

アスファルト舗装道路の輪荷重による路面の沈下に関する研究

齋 藤 総一郎*

A Study on the Sink-Deflection of Asphalt Pavement by Wheel Load

By Soichiro Saito*

Synopsis: Sink-deflection of asphalt pavement caused by running wheel load is calculated from a general theory of elasticity. Sink-deflection is expressed by the minimum radius of curvature, ρ , at each point of the surface and the relationship between the coefficient of subgrade reaction (k -value) and ρ is obtained analytically. We found for rectangular uniform loads on the surface that the minimum radius of curvature, ρ_{\min} , appears at the center of the wheel load. The theoretical formulation of sink radius of curvature is examined by modelled experiments of the sink deflection and the agreement between experiment and theory is satisfactory. We propose that the theoretical formula obtained here is thus a new possible index suitable for sink in a practical use.

要旨：アスファルト舗装面上を走行する自動車の輪荷重によって生ずる、路面の沈下形状を弾性理論式より算出した。

沈下を極小曲率半径 (ρ) で表わし、路面支持力 (K_D) との関係を理論式で表わした。輪荷重を長方形等分布荷重とし、複輪荷重の中心部に最小の沈下曲率半径が生ずることが解明された。更にモデル化した実験装置により、理論式の適合性について実験研究した結果、実用的に可能性が評価されたものである。

1. ま え が き

アスファルト舗装道路の破損原因の一つとして、路面の沈下による表層の亀裂発生である。初期の亀裂は自動車の進行方向に生ずる縦亀裂であり、(写真-1, 参照) 次に亀裂が次第に発生する。(写-2, 参照)

アスファルト混合物は、低温度でたわみ性を失うので冬期より初春期に路面亀裂を発生する。その季節には路体の含水比も高くなるため、路床や路盤の支持力が低下するためである。

路体は弾性体でなく、また均一な半無限弾性体として扱うことに問題があるが、地盤力学を解明する初歩として、弾性理論を適用し路面の沈下を検討した。

過去の文献には、Boussinesq や Burmister の解など多くの理論式や図式解法が発表されている。しかし路面の沈下形状を曲率半径で表わしたものは見当たらない、よって弾性沈下理論式より沈下曲面 (図-1, 参照) の極小の

曲率半径を計算によって求め、更にその理論式の評価 (舗装構造設計等への利用) について、実験により確認したものである。過去に低温度 ($\div 0^\circ\text{C}$) に於けるアスファルト混合物の繰返し、たわみ性載荷実験研究結果により、繰返し回数と、曲げ供試体の破壊時の曲率半径についての関係式が発表されているので、輪荷重と載荷回数による路面の最小曲率半径が求められるならば、路面の支持力値 (K_{30}) の必要な値が推定される。よって舗装構造は K_{30} 値の設計値を定めて、構成する設計法が可能である。

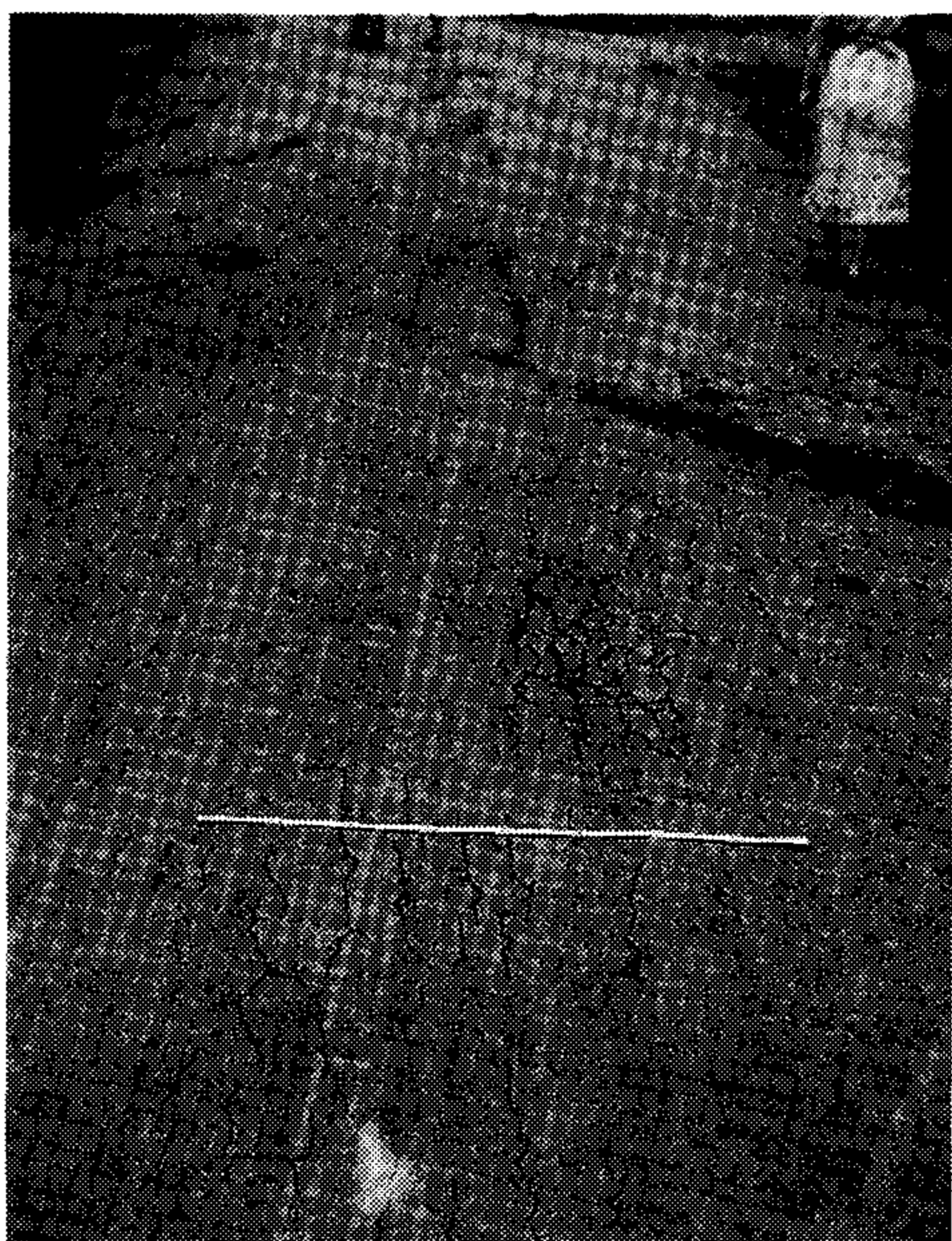
現行の舗装設計法は、主として経験の積み重ねや、多くの実験 (AASHO 道路試験-1955年-) 等の結果より、路床上の C. B. R を基礎とした設計法が主体である。

輪荷重の増加や、接地形式等が近年に至り進歩発展している現在では、更に多くの実験が行われなければならないのは当然と考え、その前提として本文を述べるものである。

路面の円型等分分布載荷による沈下公式は、古くから発表されている。多くの場合タイヤの接地半径円として計算に應用されてもいるが、現在の大型ダンプトラック

*工学部土木学科 教授技術士

Dept. of Civil Engineering, Faculty of Engineering.
Professor. Authorized Consulting Engineer.



写-1 初期縦亀裂



写-2 輪荷重による路面亀裂

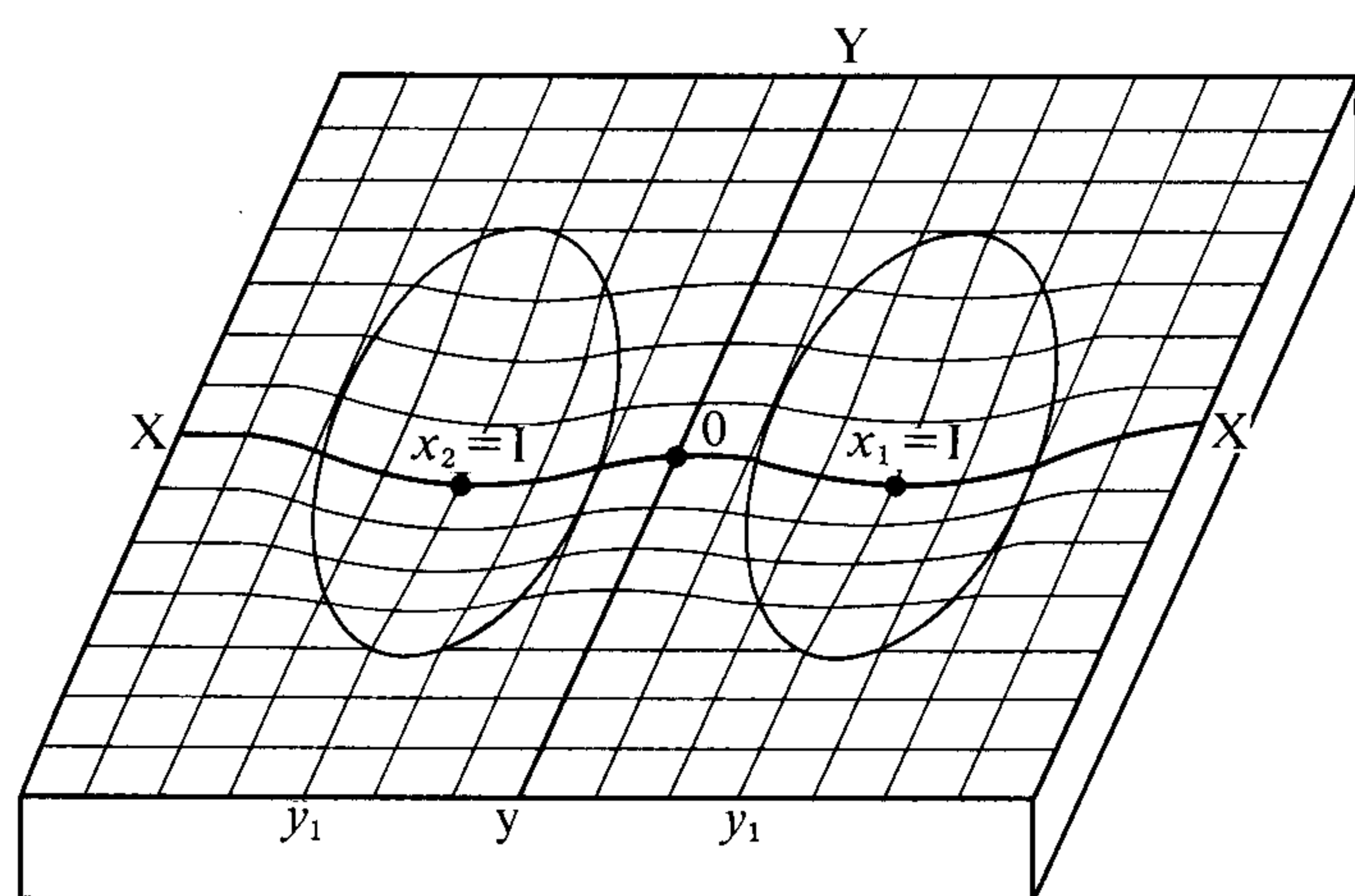
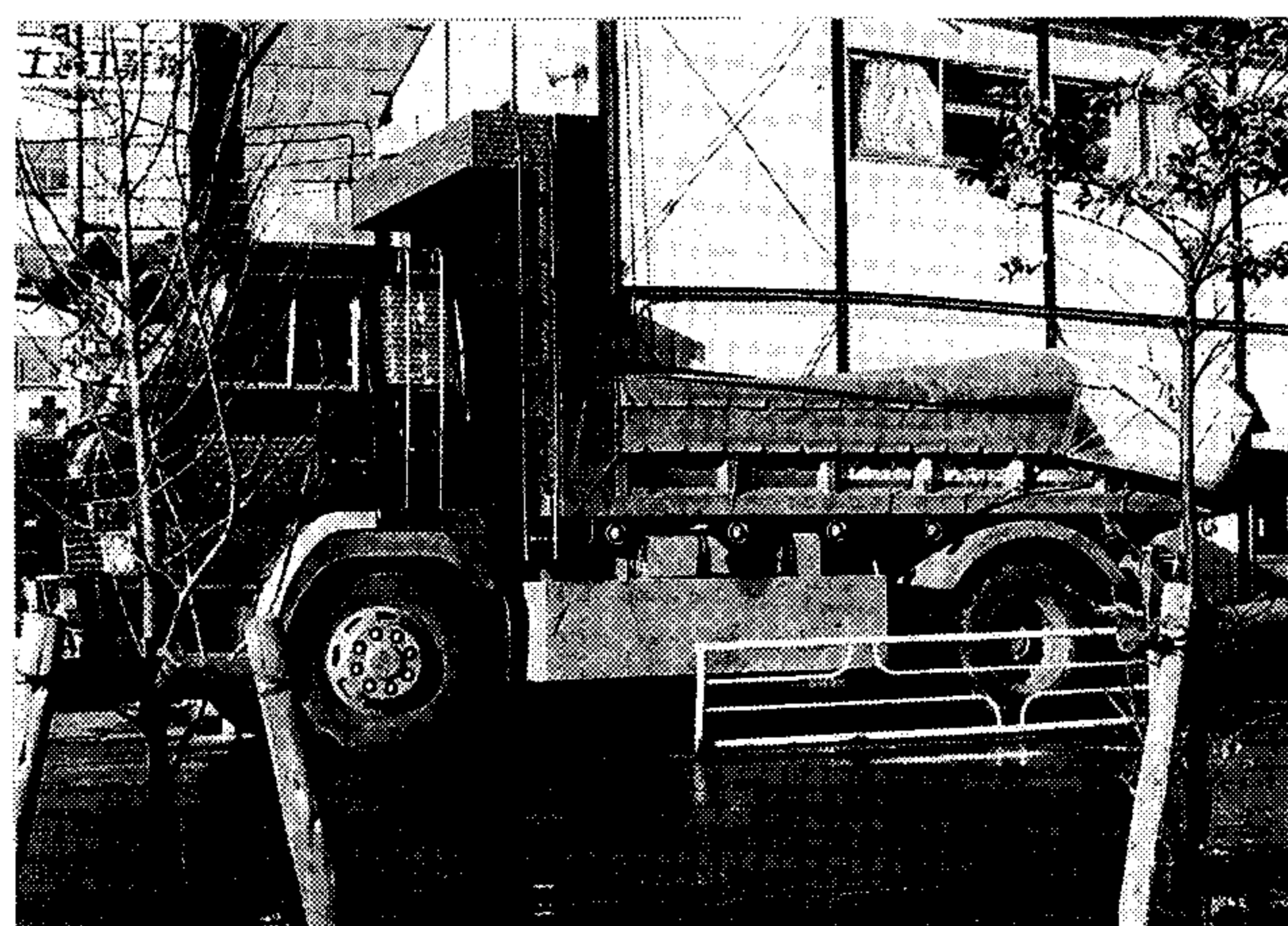


図-1 複輪長方形等分布荷重による沈下曲面

(写-3, 参照) 等の接地形は円形よりも長方形に近い型である。また複輪であるためにタイヤ間の中心部の沈下が問題点となり、それを主に解明したものである。即ちアスファルト舗装の初期弾性路面上の破壊亀裂は、自動車の複輪タイヤの中心部、道路の進行方向に発生すると



写-3 台秤上のダンプロック

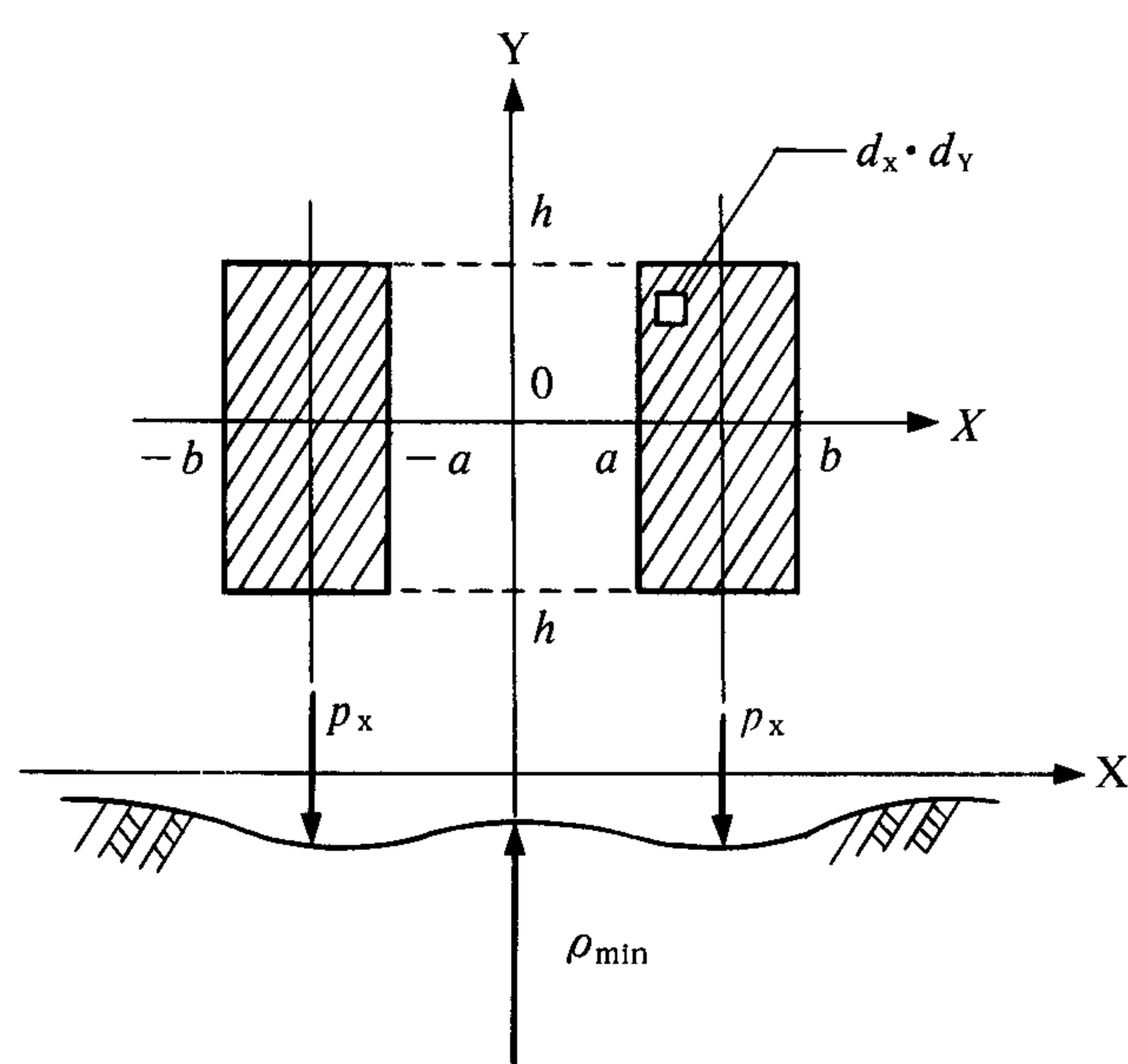


図-2 二輪タイヤの接地と沈下モデル図

結論した。(初期亀裂は表面より、内部に進行する。)

2. 沈下面の曲率半径 (ρ)

複輪の長方形等分布荷重による沈下曲面は、図-2に示す通りとなる。図-2は路面の平面図を上部に示し、下は、X軸(道路横断方向)の断面図で沈下曲線の型を示した図であり、その曲率半径(ρ_x)で示す。Y軸は(道路の縦断方向)輪荷重の進行方向を示し、X軸と同様に曲率半径(ρ_y)を生ずる。

接地面積(S)と接地圧(P_0)は次の式で示される。

$$S=2h(b-a), P_0=f/S \quad (f: \text{接地荷重})$$

直径30 cmの載荷板支持力値(K_{30})が得られると、最小曲率半径(ρ_{\min})は、X軸の中心部(0点)に生じ次の式となる。

$$\rho_{\min}^{-1} = \frac{-0.054}{K_{30}} \cdot P_0 \cdot h \cdot \left[\frac{1}{a\sqrt{a^2+h^2}} - \frac{1}{b\sqrt{b^2+h^2}} \right] \quad (1)$$

Y軸方向の中心部(0点)に生ずる曲率半径(ρ_y)は

(ρ_x) より大きくなるが、次式となる。

$$\rho_y^{-1} = \frac{0.054}{K_{30}} \cdot P_0 \cdot h \cdot \left[\frac{1}{a \sqrt{a^2 + h^2 + a^2 + h^2}} - \frac{1}{b \sqrt{b^2 + h^2 + b^2 + h^2}} \right] \quad (2)$$

3. 三次元弾性体内の鉛直方向 (Z 軸) の変位量 (μ_z)

図-3 に示す三次元弾性体の路面 (X, Y, 面) 上の一点に P の単位集中荷重が作用したとき、路体の R なる点の Z 軸の鉛直方向の変化 (沈下) μ_z は、弾性理論 (Boussinesq の解) より次の式で示されている¹⁾。

$$\mu_z = \frac{-P}{4\pi\mu R} \left[\frac{Z^2}{R^2} + 2(1-\nu) \right] \quad (3)$$

但し $\mu = \frac{E}{2(1+\nu)}$ (等方等質弾性体の場合)

E : 弾性係数, ν : ポアソン比, $R^2 = r^2 + Z^2$

路面上の沈下は (3) 式の $Z=0$ とし,

$$\mu_z = -\frac{(1-\nu)P}{2\pi\mu R}$$

となり,

$$-\frac{(1-\nu)P}{2\pi\mu} = A$$

とおくと

$$\mu_z = A \cdot \frac{1}{R}$$

となる。

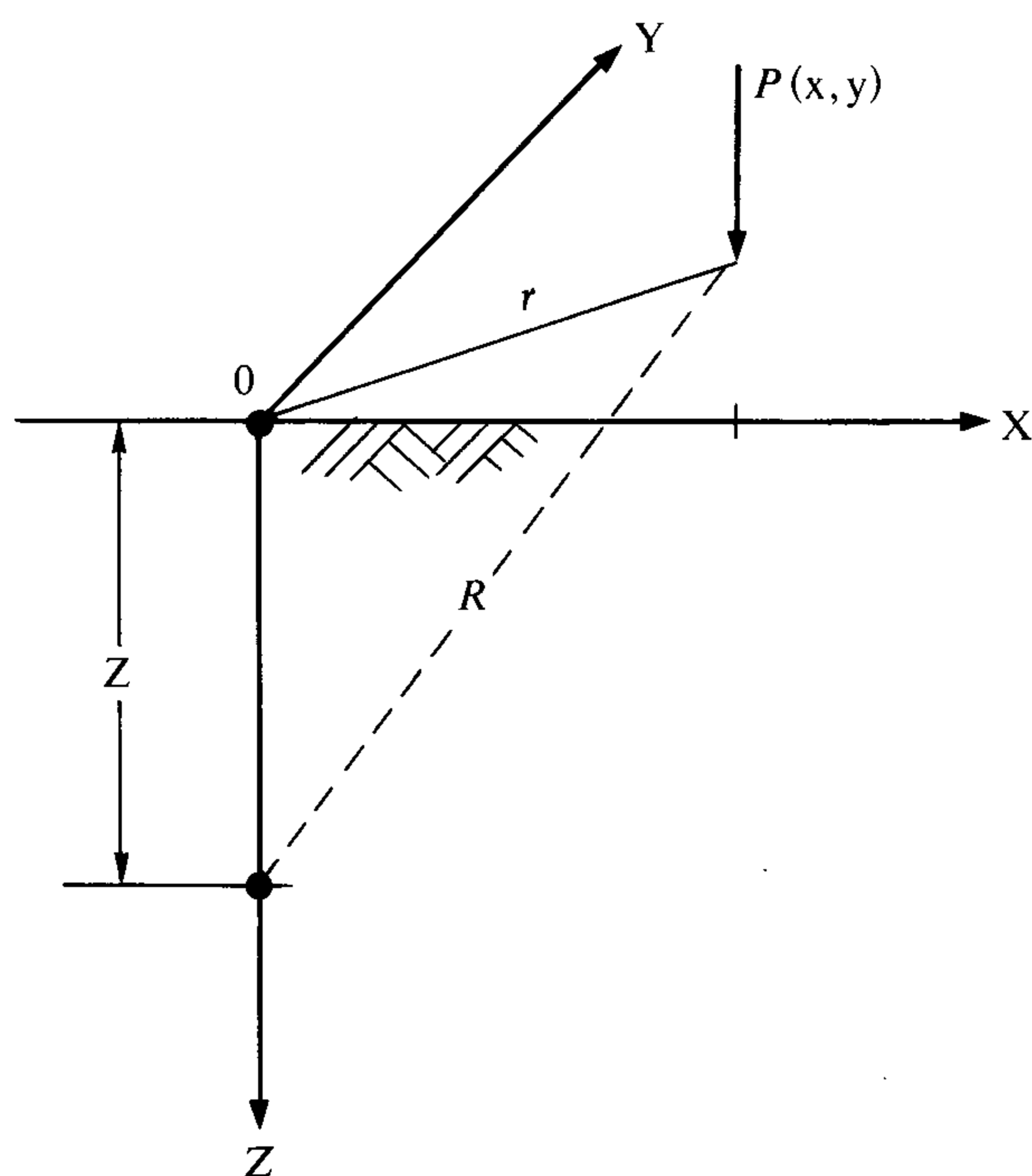


図-3 X, Y, 路面上の集中荷重 P

4. 長方形載荷面の中心 (O) 点の沈下による曲率半径 (ρ_x) の計算式

図-2 に示す、中心 (O) 点付近の沈下 (μ_z) は次の式で求められる。

$$\mu_z = A \cdot \left[\int_a^b dx \int_{-h}^h dy \cdot \frac{1}{R} + \int_{-b}^{-a} dx \cdot \int_{-h}^h dy \cdot \frac{1}{R} \right] \quad (4)$$

\therefore 中心 (O) 点の X 軸の曲率半径 ρ_x は次の式となる。

$$\rho_x^{-1} = \frac{\partial^2 \mu_z}{\partial x^2} = A \cdot \left[\int_a^b dx \int_{-h}^h dy + \int_{-b}^{-a} dx \cdot \int_{-h}^h dy \right] \left[\frac{3x^2}{R^5} - \frac{1}{R^3} \right] \quad (5)$$

X の積分は, $\frac{\partial}{\partial x} \left(\frac{x}{R^3} \right) = \frac{1}{R^3} - \frac{3x^2}{R^5}$ である。

$$\therefore \rho_x^{-1} = A \cdot \int_{-h}^h dy \left\{ \left[\frac{-x}{R^3} \right]_a^b + \left[\frac{-x}{R^3} \right]_{-b}^{-a} \right\} = 2A \int_{-h}^h dy \left[\frac{b}{(\sqrt{b^2 + y^2})^3} - \frac{a}{(\sqrt{a^2 + y^2})^3} \right]$$

$$f(b) = \int_{-h}^h \frac{b}{(\sqrt{b^2 + y^2})^3} dy$$

とおくと

$$\rho_x^{-1} = 2A[f(b) - f(a)]$$

となる。更に

$$F(b) = \int_{-h}^h \frac{1}{\sqrt{b^2 + y^2}} dy$$

とおくと,

$$\frac{\partial}{\partial b} \left(\frac{1}{R} \right) = -\frac{b}{R^3}$$

であるから, $f(b) = -F'(b)$ となる。

$$F(b) = \int_{-h}^h \frac{1}{\sqrt{b^2 + y^2}} dy$$

式で, $t = y + \sqrt{b^2 + y^2}$ とおけば

$$F(b) = \int_{-h}^h \frac{dt}{t} = \log \frac{h + \sqrt{b^2 + h^2}}{-h + \sqrt{b^2 + h^2}}$$

となる。

$$\therefore -f(b) = F'(b) = \frac{-2h}{b \sqrt{b^2 + h^2}},$$

$$\therefore f(b) = \frac{2h}{b \sqrt{b^2 + h^2}}$$

同様にして,

$$f(a) = \frac{1}{a \sqrt{a^2 + h^2}},$$

$$\therefore \rho_x^{-1} = 4Ah \left[\frac{1}{b \sqrt{a^2 + h^2}} - \frac{1}{a \sqrt{b^2 + h^2}} \right]$$

$$\therefore \rho_x^{-1} = \frac{2(1-V)}{\pi\mu} \cdot \frac{f}{S} \cdot h \cdot \left[\frac{1}{a\sqrt{a^2+h^2}} - \frac{1}{b\sqrt{b^2+h^2}} \right] \quad (6)$$

5. 剛性載荷板の弾性路面上支持力 (K_{30})

載荷板の沈下量 (W) は次の式で示される。

$$W = \pi/4 \cdot \frac{2(1-V^2)}{E} \cdot q \cdot a \quad (7)$$

q : 接地圧, E : 路体の弾性係数, a : 載荷板半径,
 V : ポアソン比

(7)式より

$$\therefore \frac{\pi}{4} \cdot \frac{q}{W} \cdot D = \frac{E}{(1-V^2)} \quad (D=2a: \text{剛性載荷円板直径}) \quad (8)$$

$K_D = q/W$ (K -Value), $D=30$ cm の場合

$$\frac{E}{(1-V^2)} \div 23.56K_{30} \text{ となる。}$$

\therefore (6)式より

$$\begin{aligned} \frac{2(1-V)}{\pi\mu} &= \frac{2(1-V)}{\pi} \cdot \frac{1}{E/2(1+V)} = \frac{4(1-V^2)}{\pi E} \\ &= \frac{4}{\pi} \cdot \frac{1}{23.56K_{30}} \\ &\div 0.0537/K_{30} \end{aligned}$$

($\mu = E/2(1+V)$: 等方等質弾性体の場合)

以上の結果を(6)式に代入すると(1)式が得られる。

6. 載荷面中心 (O) 点の沈下による Y 軸方向の曲率半径 (ρ_Y) の計算

(4)式より

$$\rho_Y^{-1} = \frac{\partial^2 \mu_z}{\partial y^2}$$

式を同様の積分計算によって, (2)式が算出される。

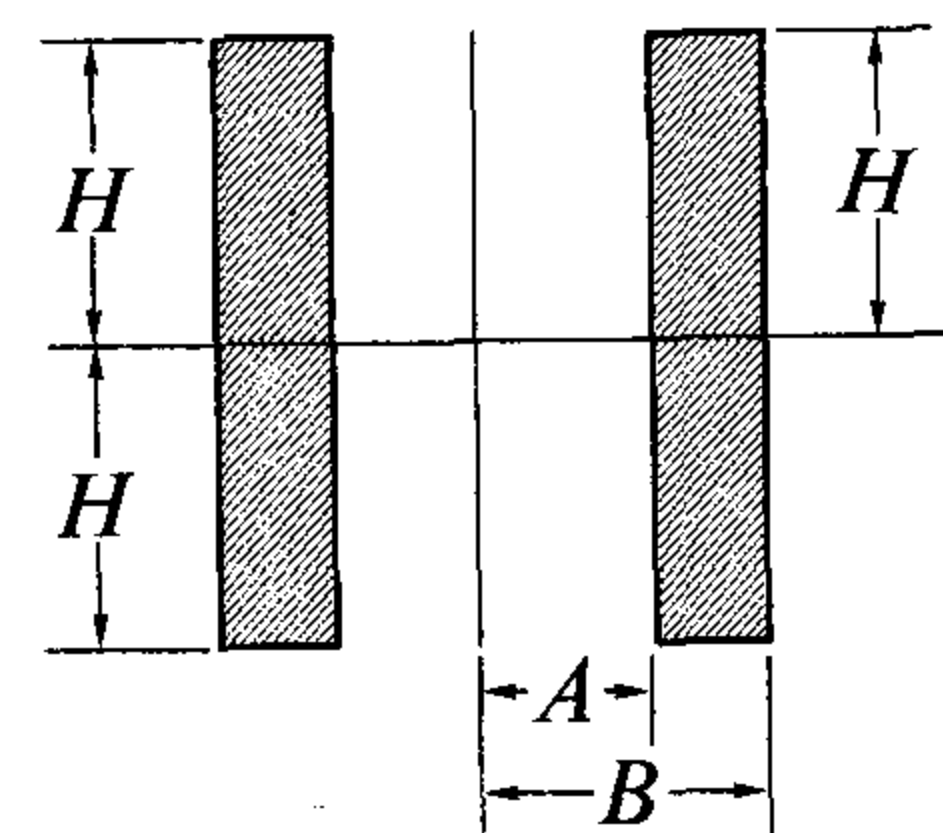
7. タイヤ接地面の中心 X 軸, Y 軸方向の曲率半径の計算式

(1)式の $a=0$ として, b タイヤの接地幅の1/2とすれば, X 軸 (横断方向) の曲率半径が計算出来る。また X, Y の座標を変換すること, または(2)式中の $a=0$ として計算すれば Y 軸 (進行方向) のタイヤ接地面下の中心部の曲率半径を計算することが可能となる。

8. タイヤ接地面の形状と最小曲率半径 ρ_X

大型ダンプ車20台の後車輪を台秤に乗せ, ジャッキを用いて, タイヤに墨を塗布して紙面にタイヤの接地形

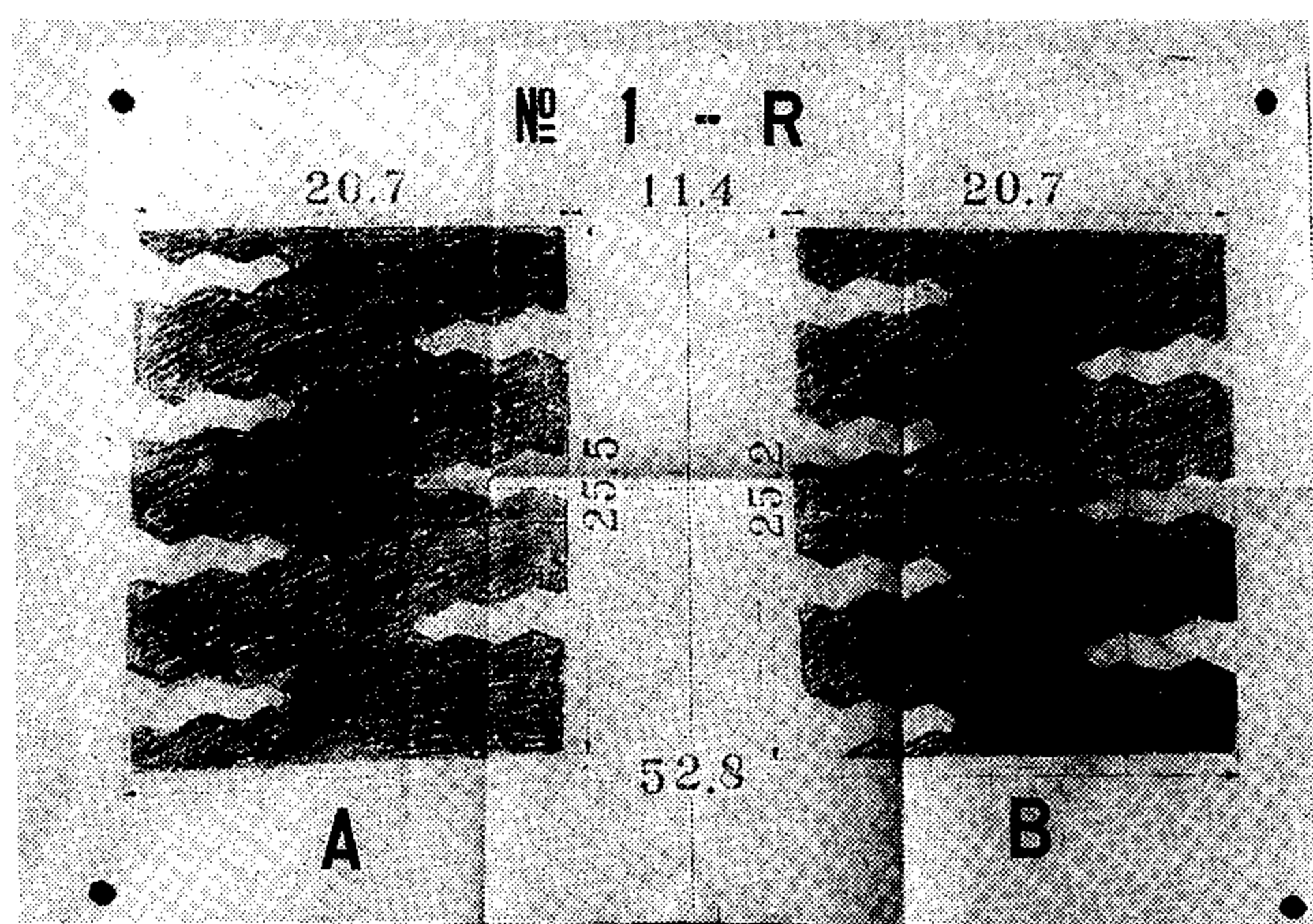
表-1 大型ダンプ後輪接地寸法, 接地圧, 実測値表



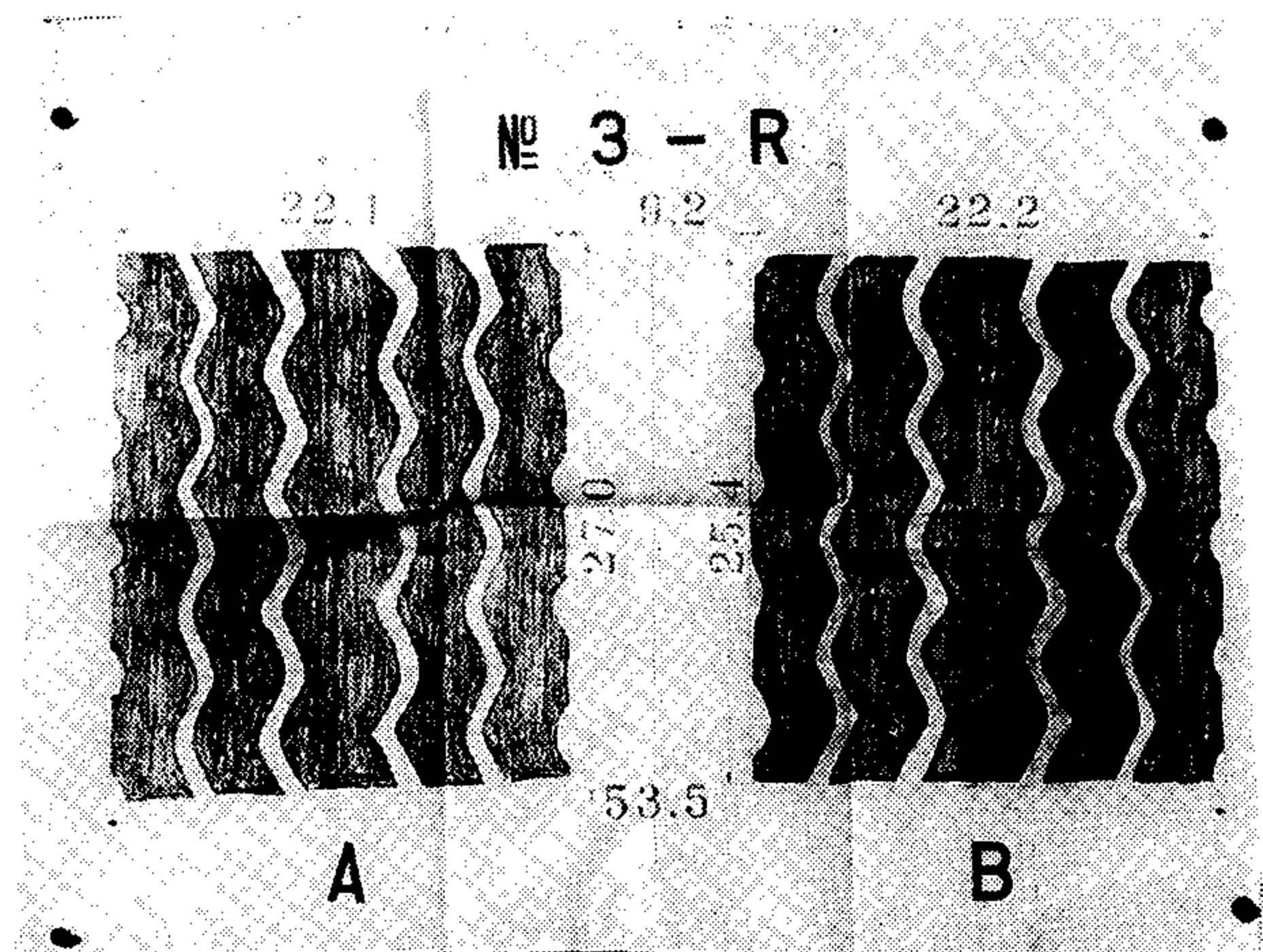
	車別	A (cm)	B (cm)	H (cm)	接地圧 (kg/cm ²)	タイヤ番号	写真
1	No. 1-L	5.6	26.35	10.8	5.9	H・G	
2	No. 1-L	5.75	26.7	12.5	5.1	F・E	
3	No. 1-R	5.9	26.6	10.8	6.0	C・D	写-4
4	No. 1-R	5.7	26.4	12.6	5.1	A・B	
5	No. 2-R	5.65	25.45	10.8	7.95	C・D	写-5
6	No. 2-R	5.75	25.45	10.65	8.62	H・G	写-6
7	No. 3-L	4.6	26.9	14.15	5.05	F・E	
8	No. 3-R	4.6	26.7	12.7	5.23	A・B	写-8
9	No. 3-L	5.75	25.95	14.95	5.25	H・G	写-7
10	No. 3-R	6.55	25.8	11.7	6.42	C・D	
		5.58	26.2	12.16	6.06		
11	No. 4-L	6.27	26.4	13.3	7.67	H・G	写-11
12	No. 4-R	6.45	26.45	13.7	8.00	C・D	写-10
13	No. 4-L	6.2	26.30	13.5	8.52	F・E	写-12
14	No. 4-R	6.1	26.25	14.3	8.30	A・B	写-9
15	No. 5-R	6.3	26.05	14.8	8.09	C・D	写-14
16	No. 5-R	6.6	26.05	14.2	10.09	A・B	写-13
17	No. 5-L	6.6	26.30	14.5	7.67	H・G	
18	No. 5-L	6.25	25.75	14.1	8.75	F・E	写-15
19	No. 6-L	5.65	26.35	10.8	7.23	H・G	写-17
20	No. 6-R	5.85	26.5	11.6	7.31	C・D	写-18
		6.23	26.24	13.48	8.16		
		5.90	26.22	12.82	7.11		

(四捨五入平均 6 cm 26 cm 13 cm 7 kg/cm²)

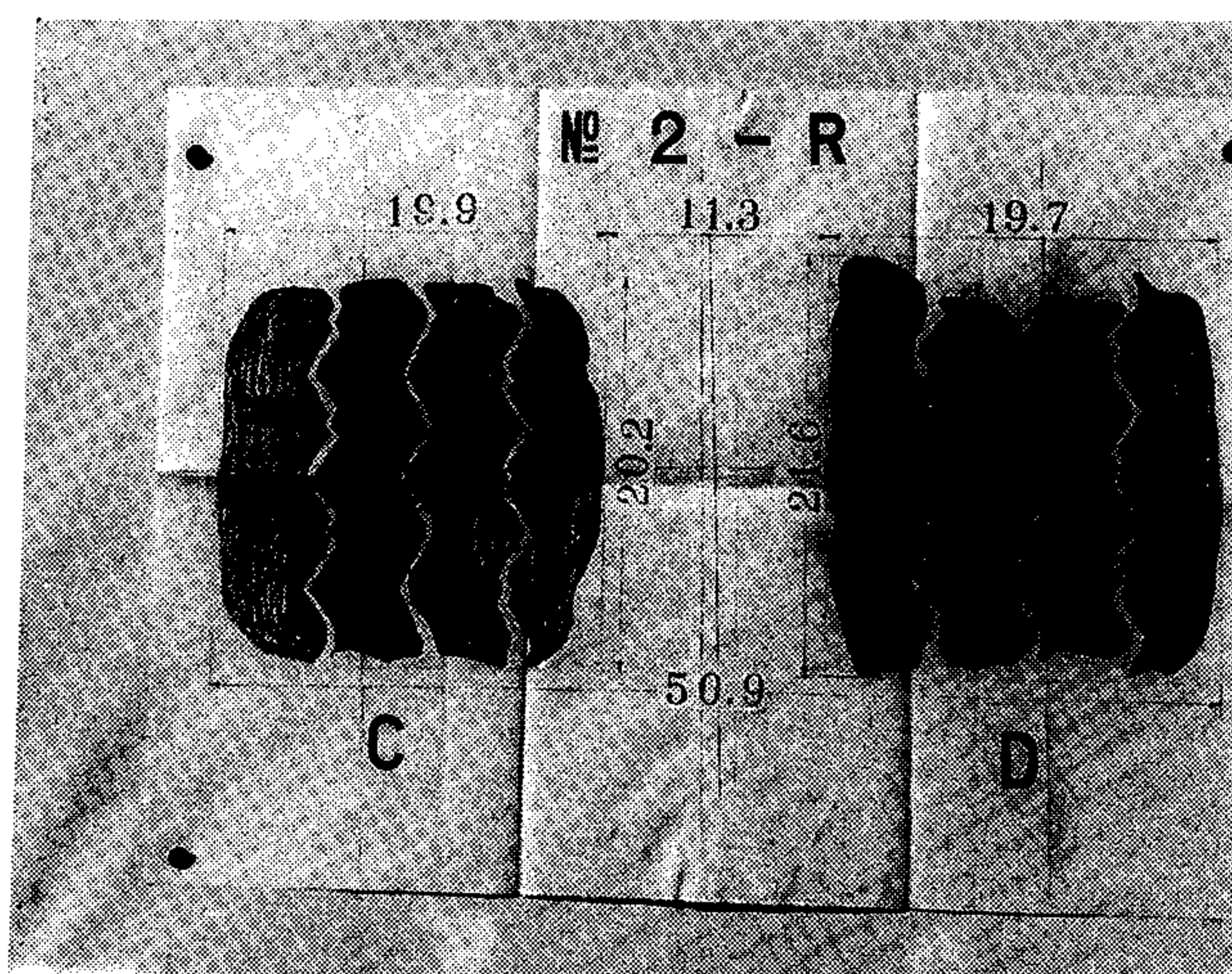
状を記録した。碎石等を過載した状況で接地圧 $P_0 = f/s$ で求めた結果, 表-1の通りである。即ち図-2に示す $a \div 6$ cm, $b \div 26$ cm, $h \div 13$ cm の平均値であった, $P_0 \div 7$ kg/cm² で最大値10 kg/cm² も判定された。尚重輪車 (写-19) の後車輪も20台中に含まれている。



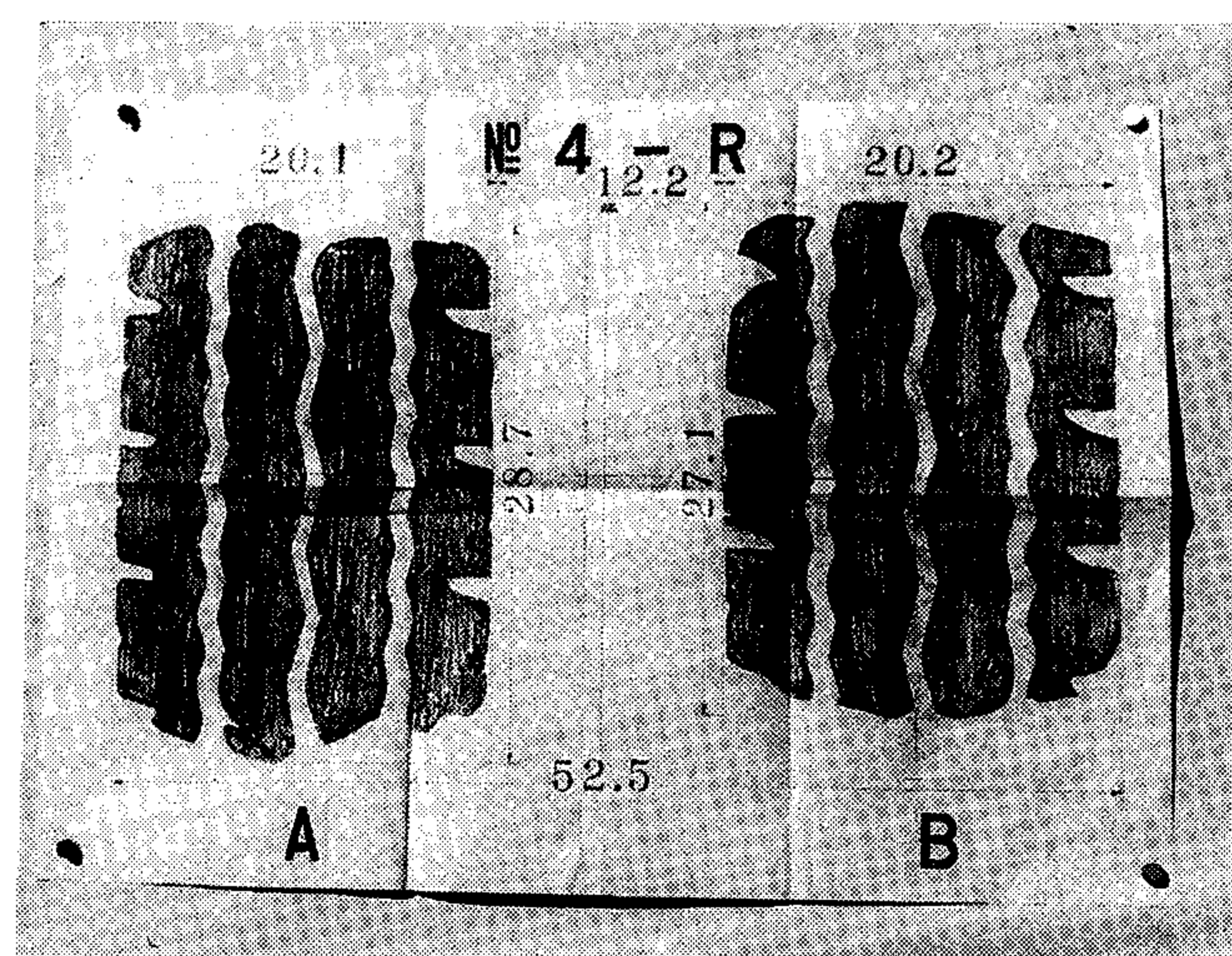
写-4 ダンプトラック後車輪接地形(1)



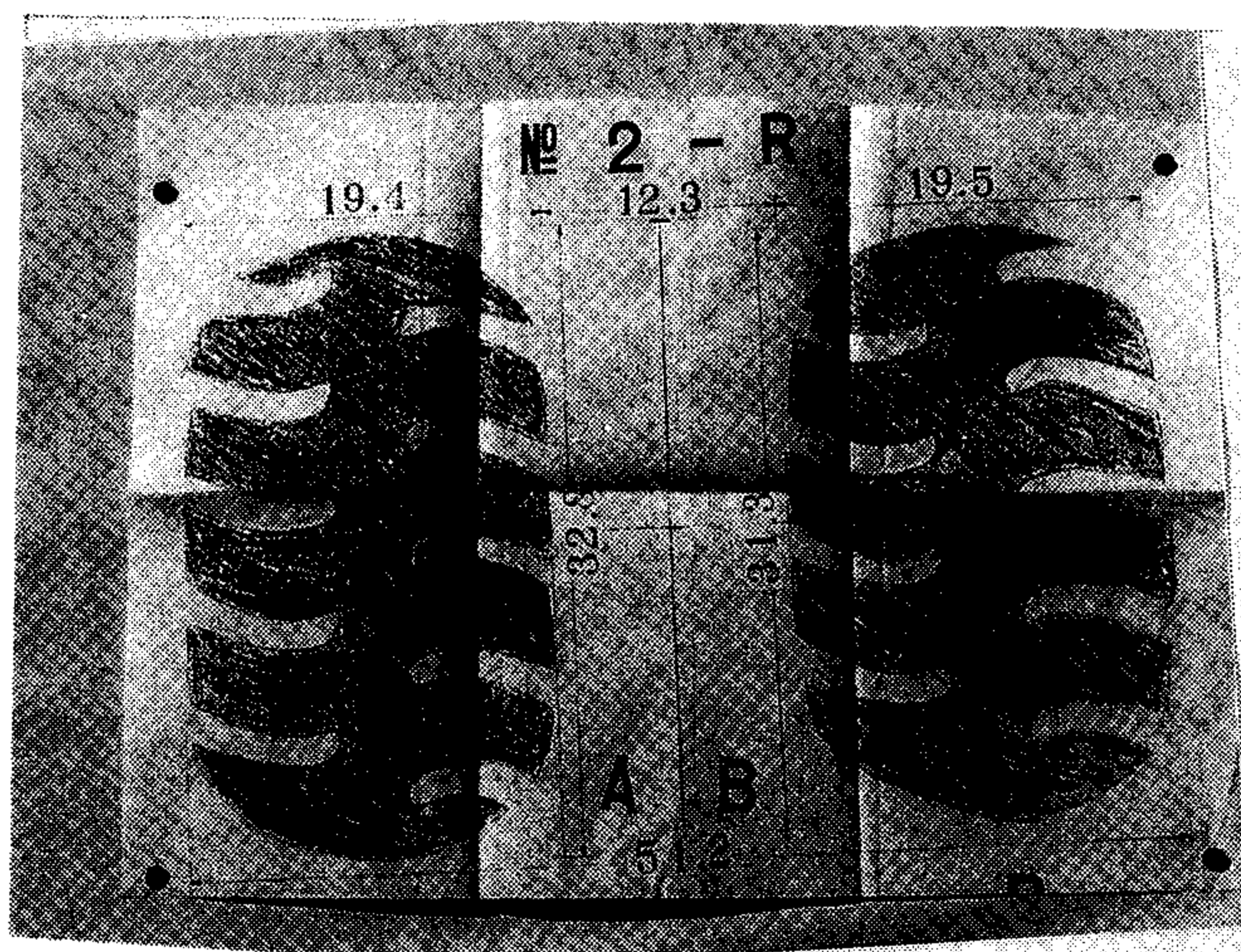
写-8 ダンプトラック後車輪接地形(5)



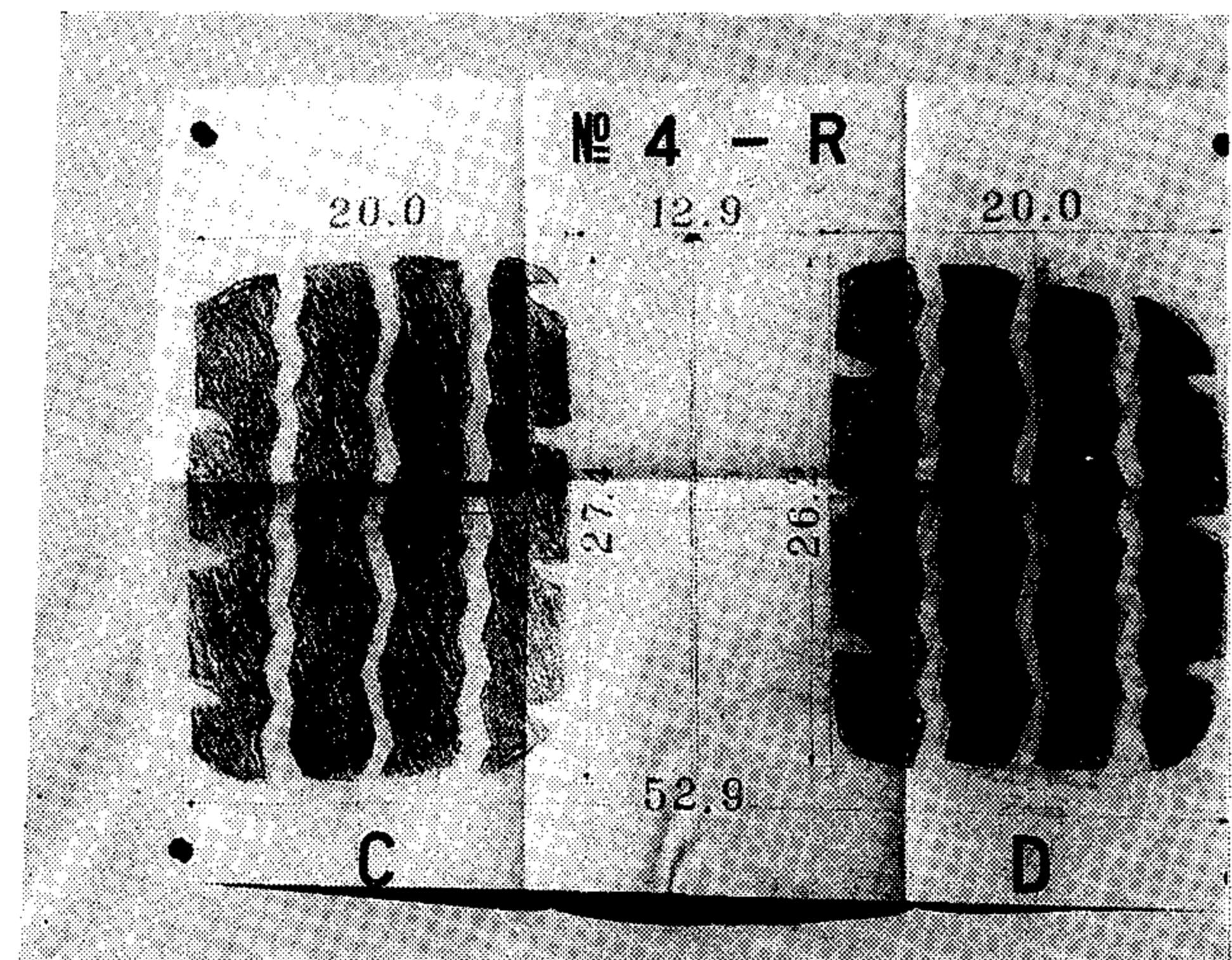
写-5 ダンプトラック後車輪接地形(2)



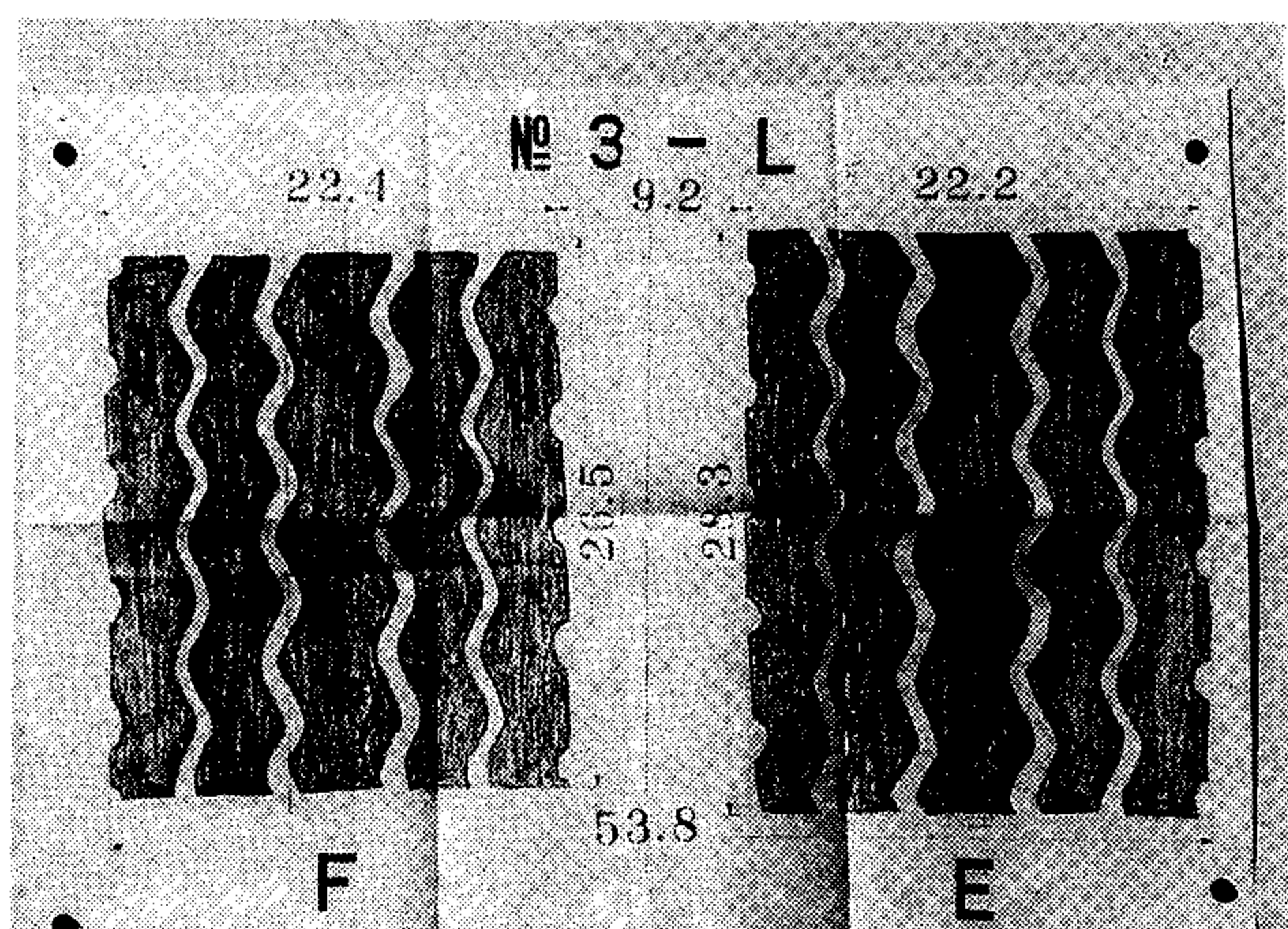
写-9 ダンプトラック後車輪接地形(6)



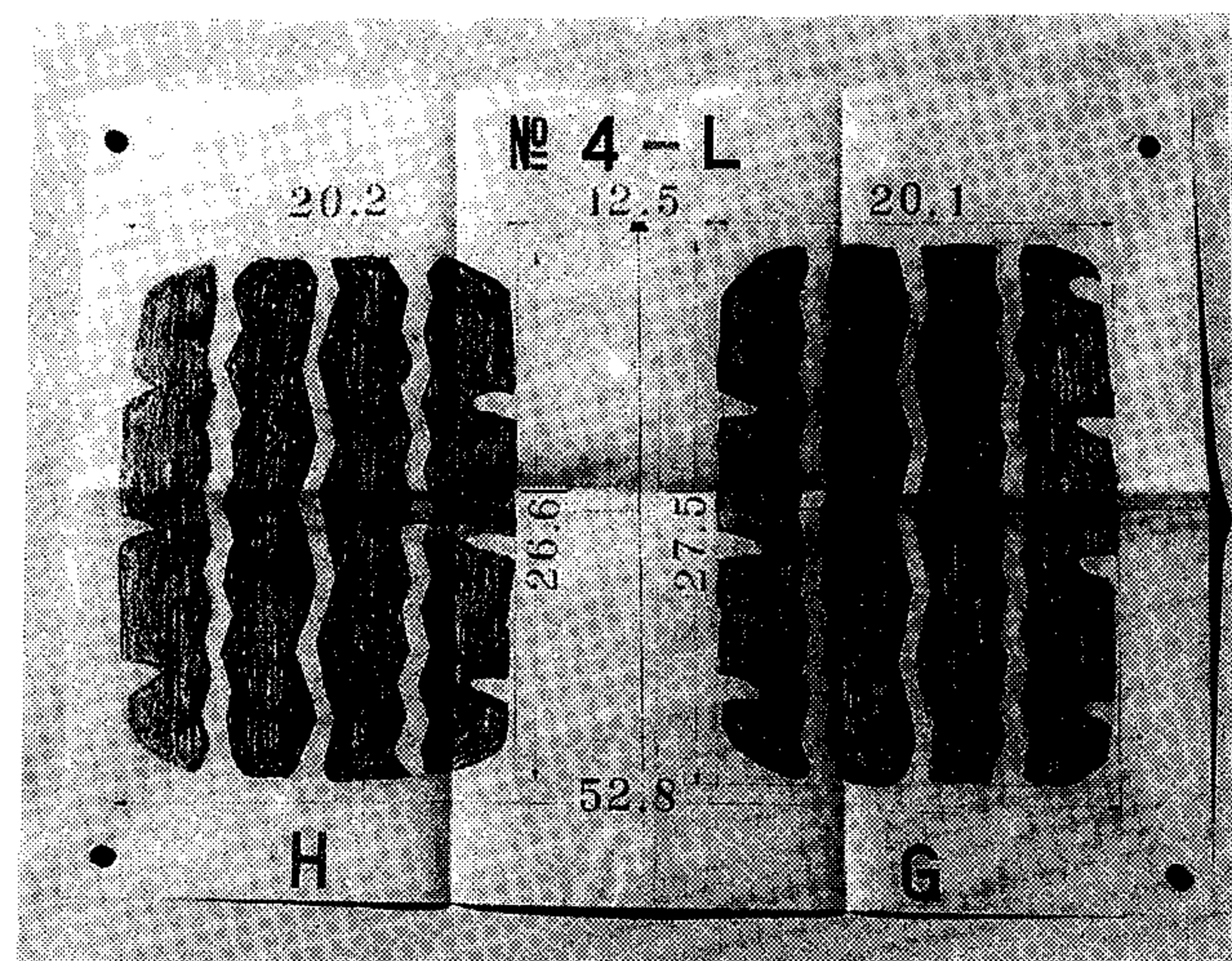
写-6 ダンプトラック後車輪接地形(3)



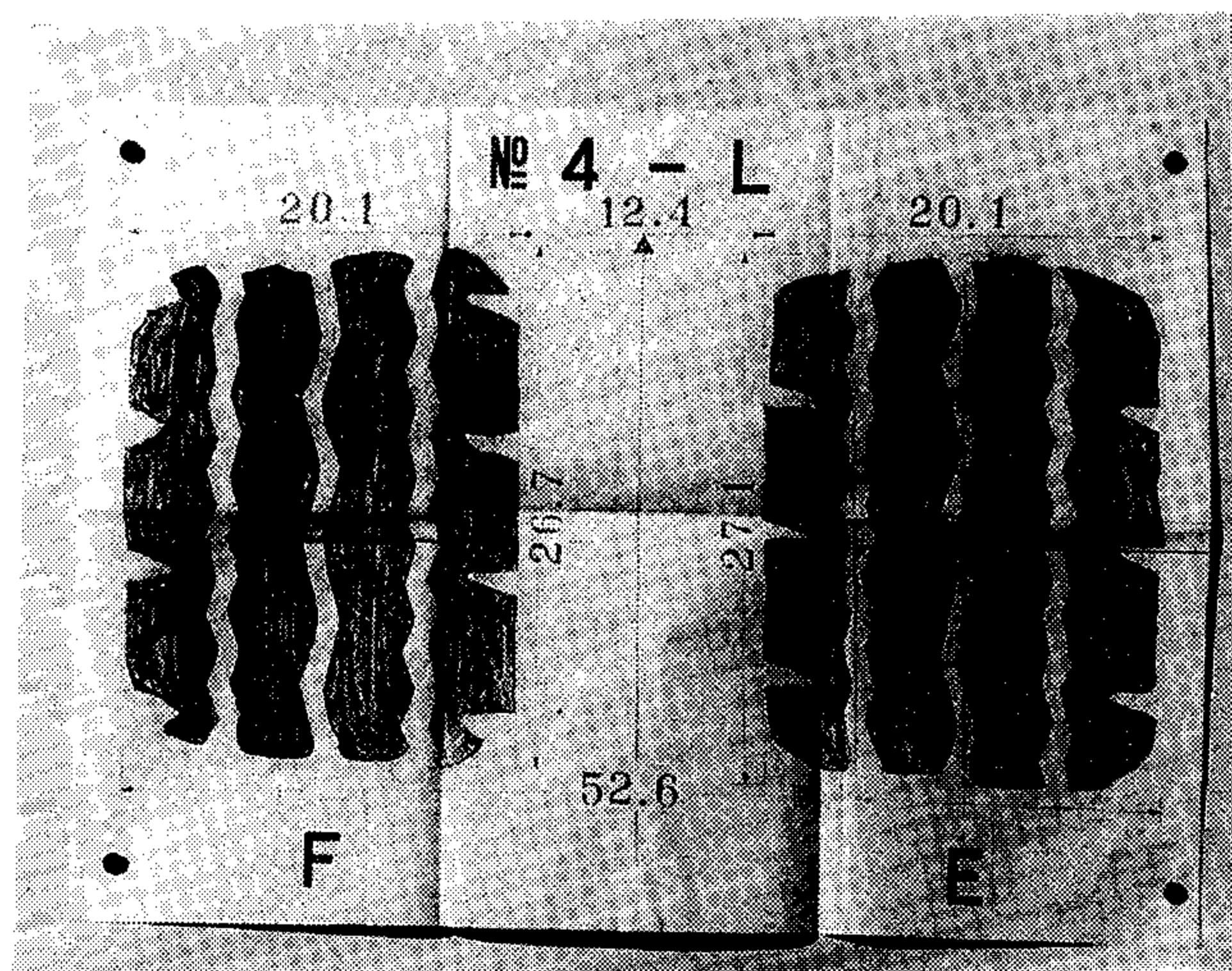
写-10 ダンプトラック後車輪接地形(7)



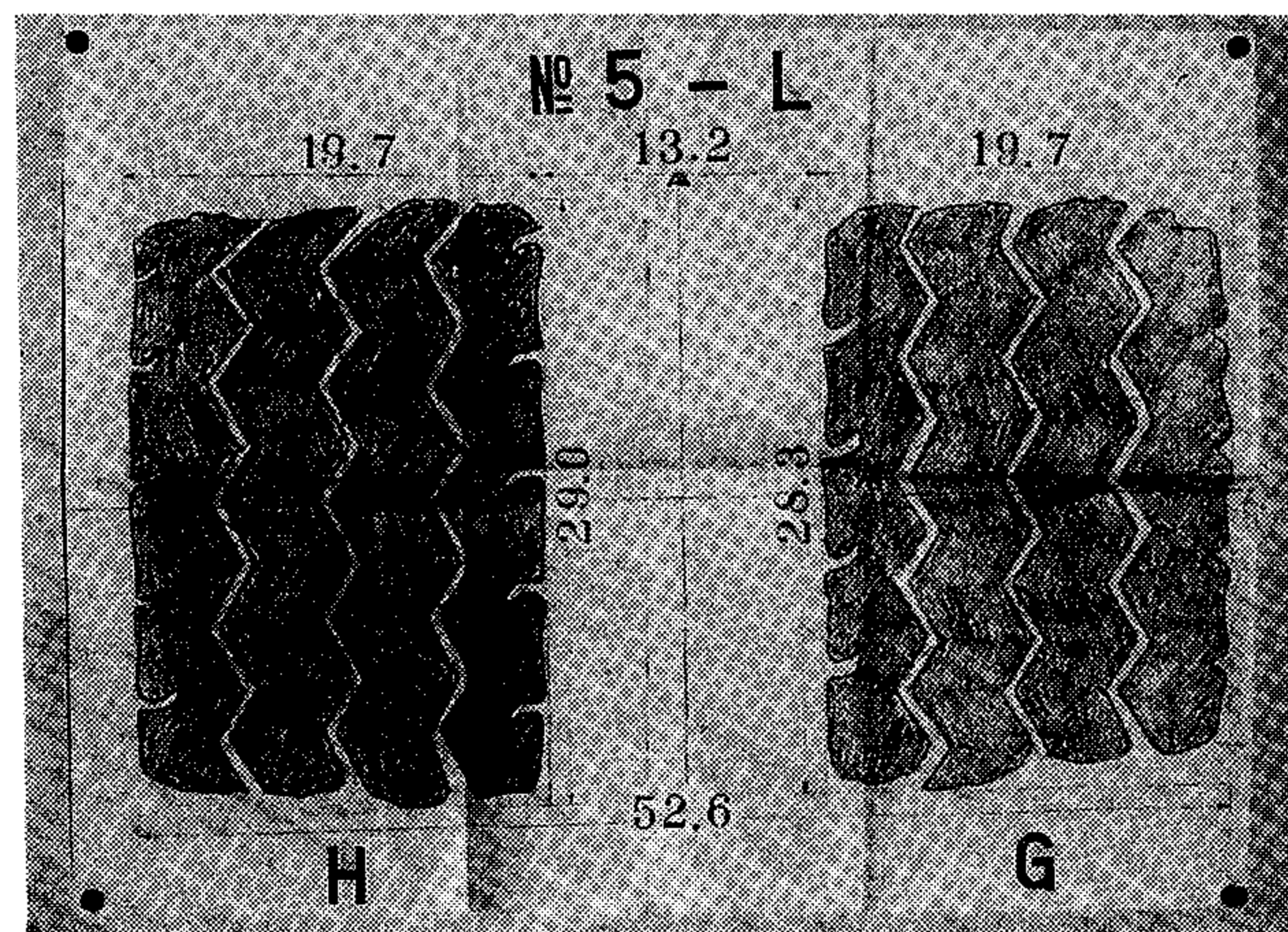
写-7 ダンプトラック後車輪接地形(4)



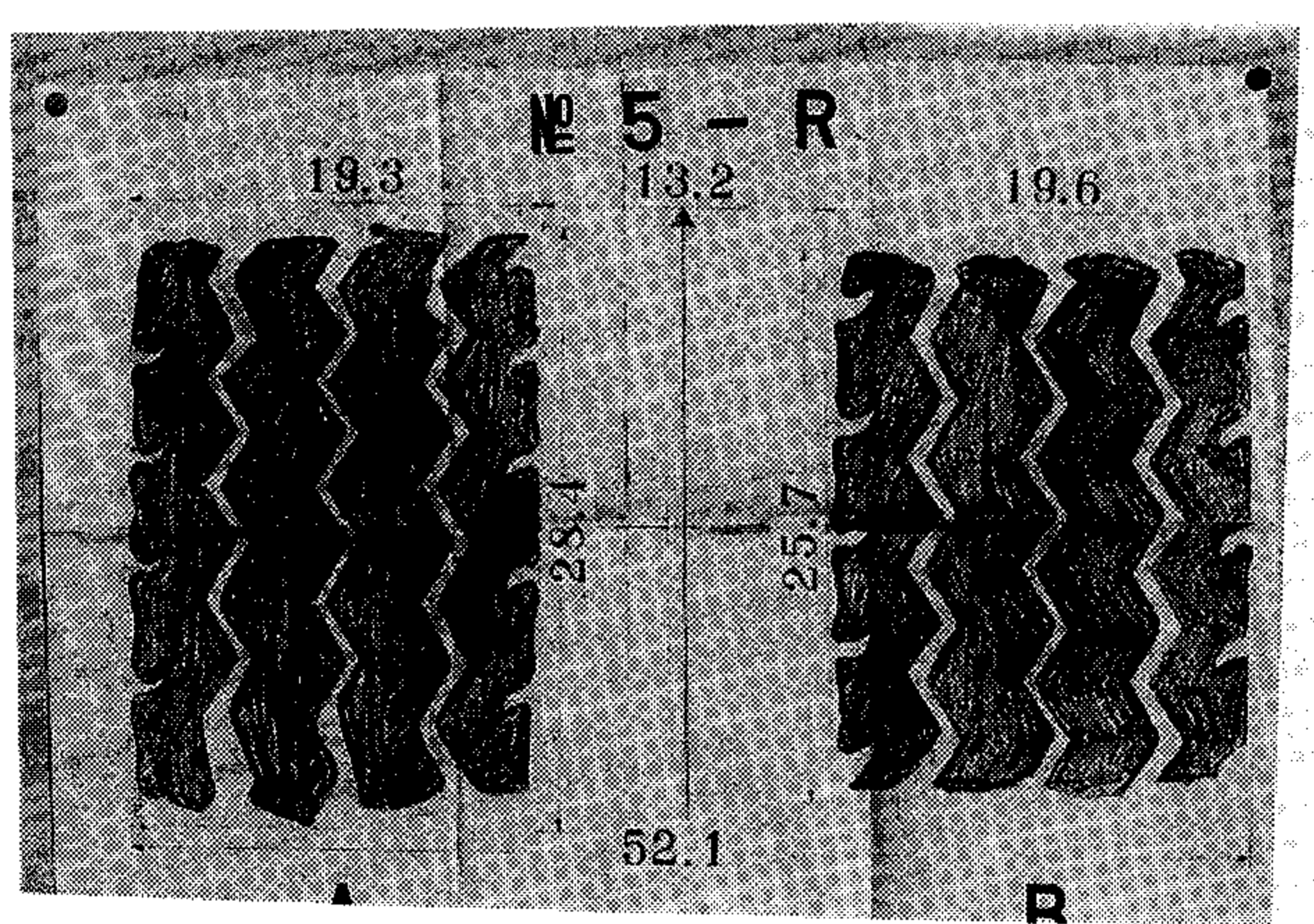
写-11 ダンプトラック後車輪接地形(8)



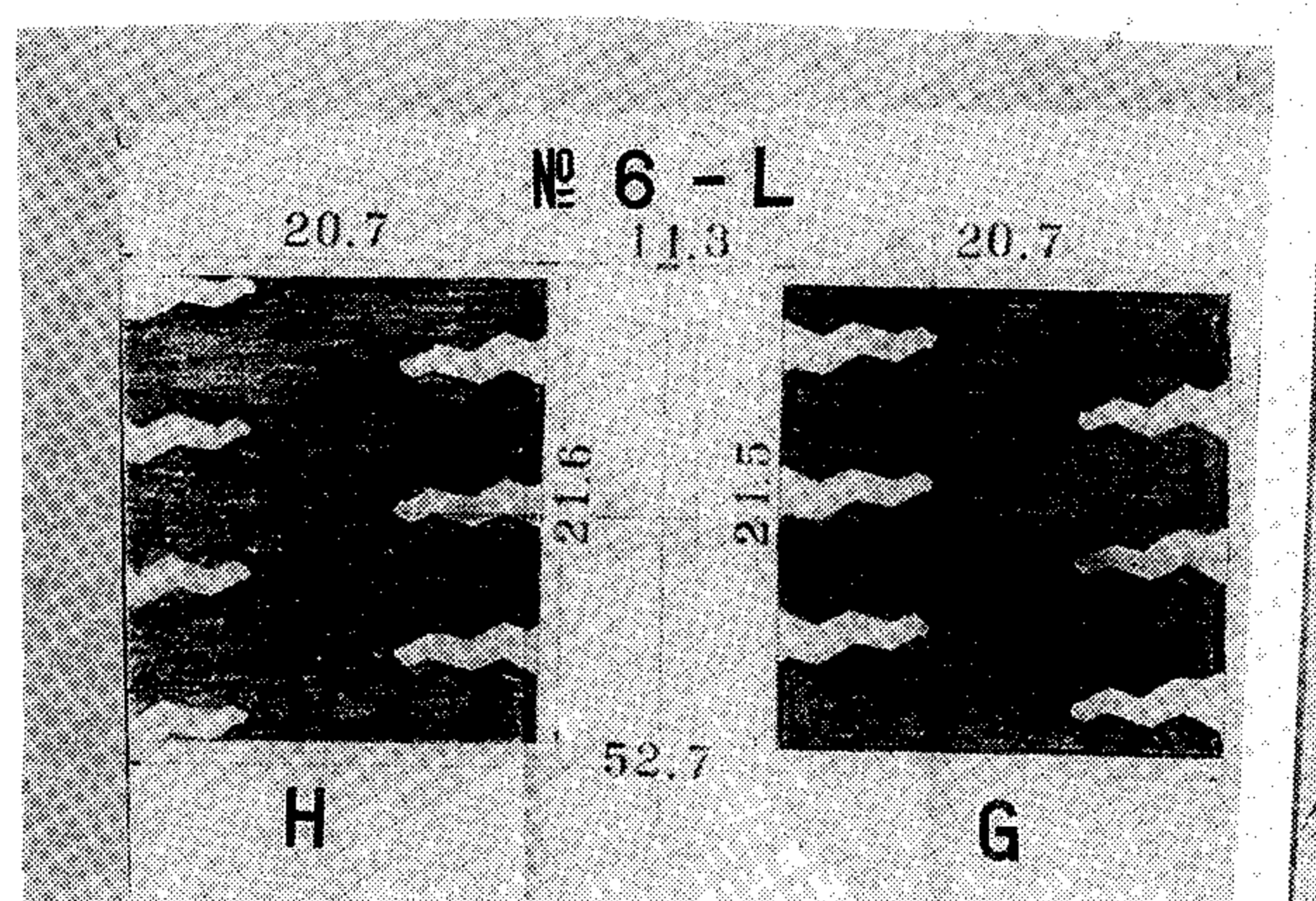
写-12 ダンプトラック後車輪接地形(9)



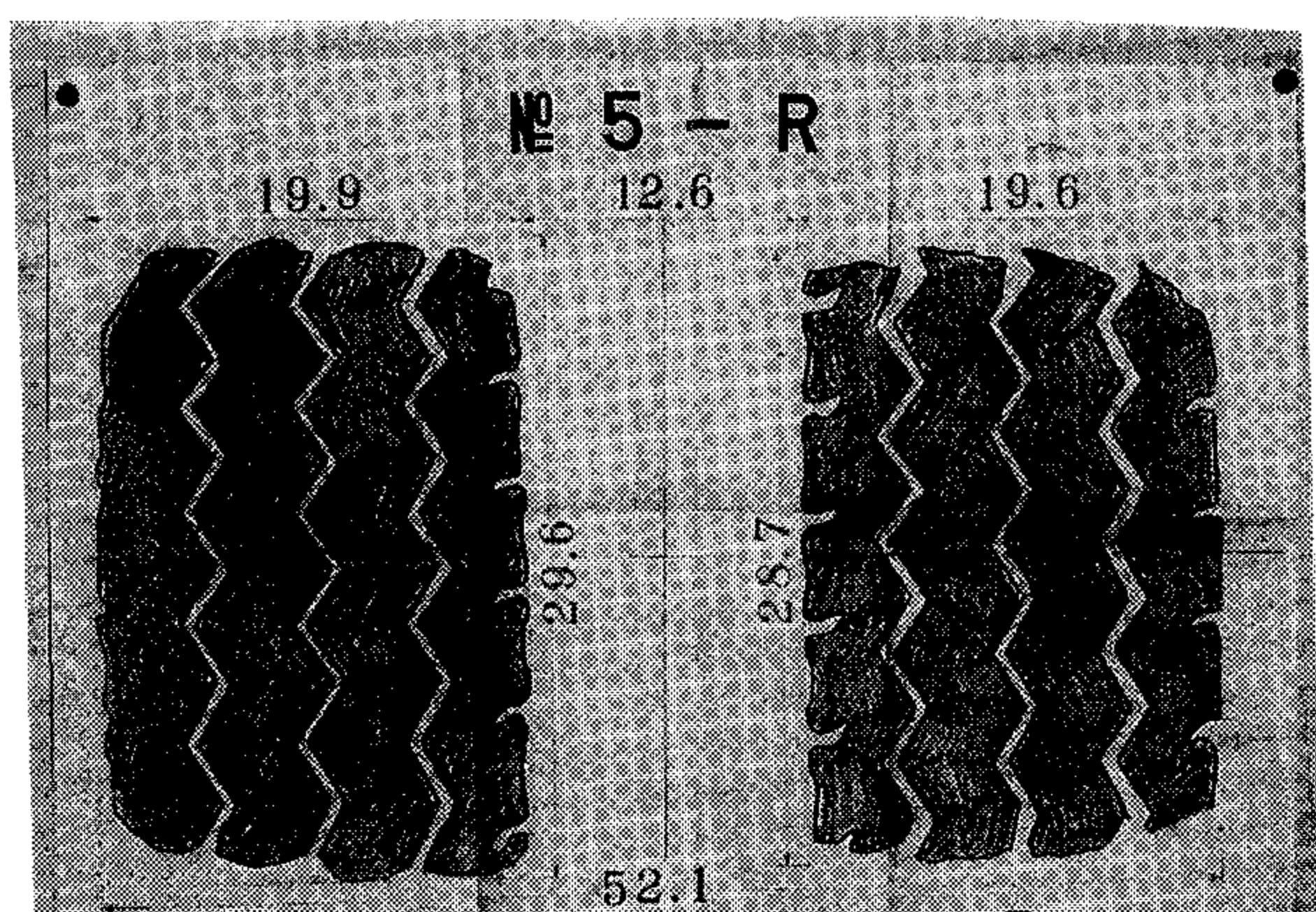
写-16 ダンプトラック後車輪接地形(13)



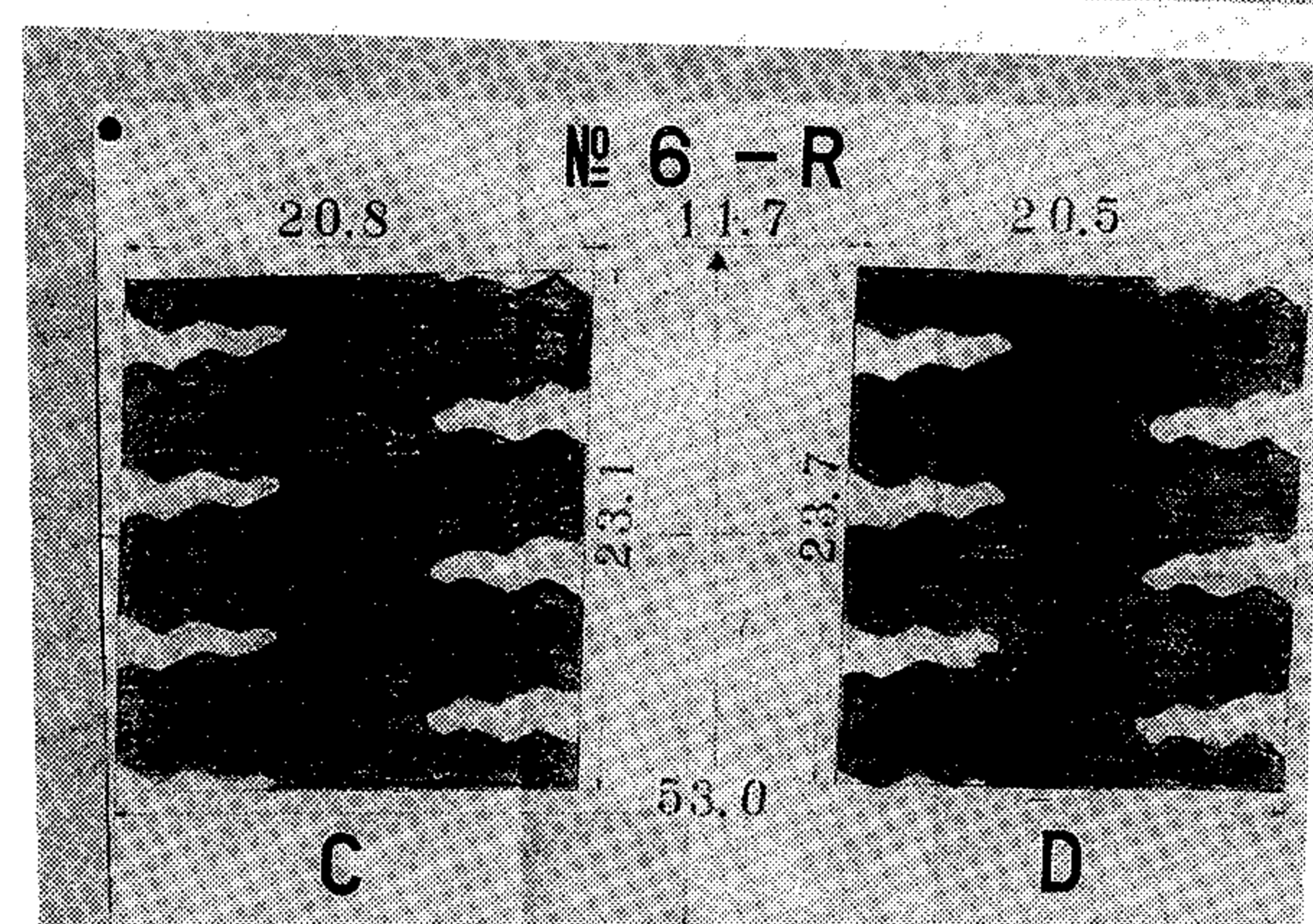
写-13 ダンプトラック後車輪接地形(10)



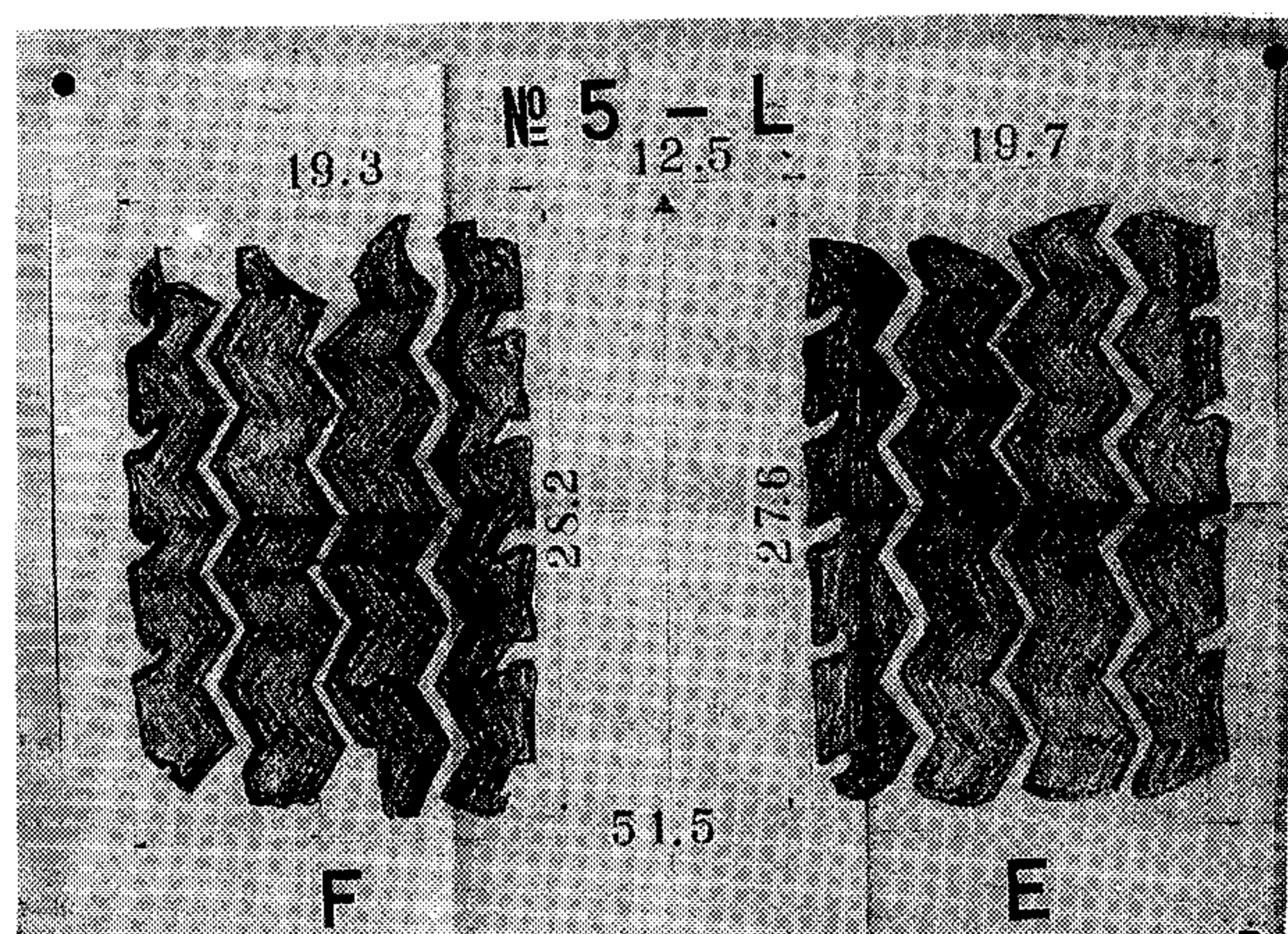
写-17 ダンプトラック後車輪接地形(13)



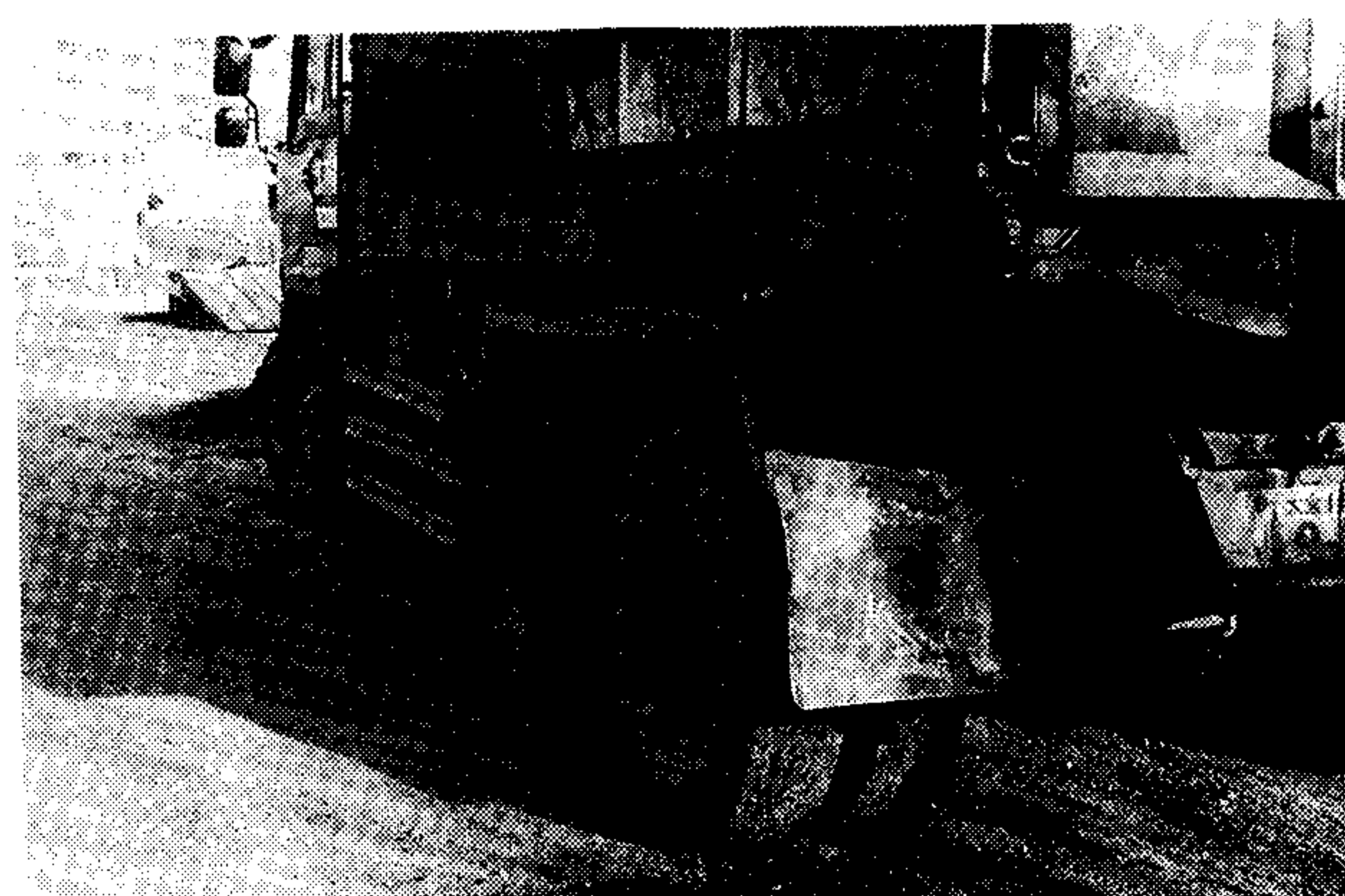
写-14 ダンプトラック後車輪接地形(11)



写-18 ダンプトラック後車輪接地形(14)



写-15 ダンプトラック後車輪接地形(12)



写-19 重輪大型ダンプトラック

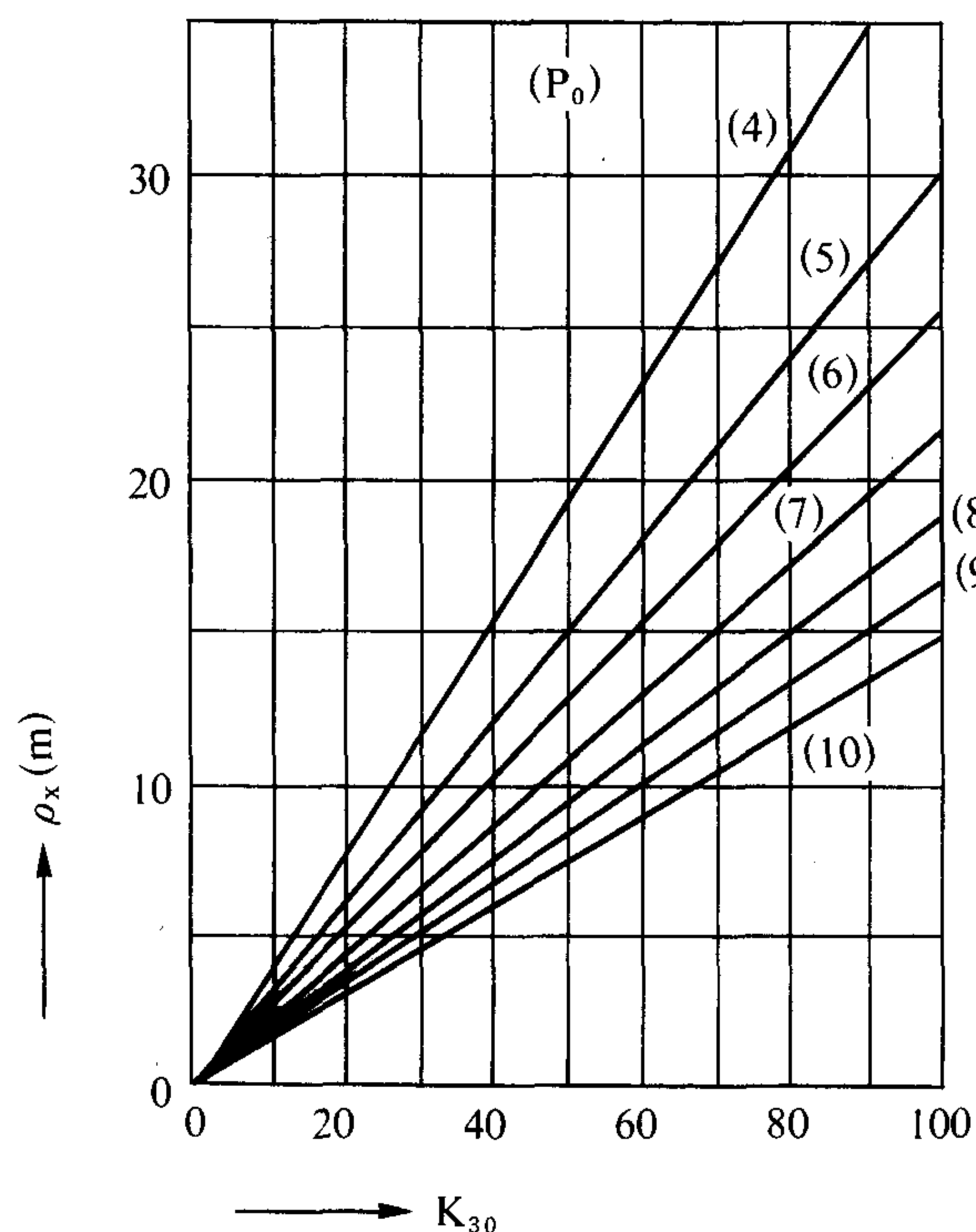


図-4 複輪タイヤによる路面最小曲率半径 (ρ_x)

表-1に示す実測値を参考とし、 $a=6.5$ cm、 $b=25.5$ cmとし K_{30} 値、 P_0 の各数値を(1)式に代入して、 K_{30} 値と最小曲率半径 (ρ_x) の関係図を、図-4に示す。即ち自動車のタイヤの接地形と接地圧が定まれば (σ_{\min}) は求めることが出来る。

9. 複輪荷重による路面沈下の模型 (小型) 実験

(1)、(2)式の適合性を評価するために、模型実験を行った。

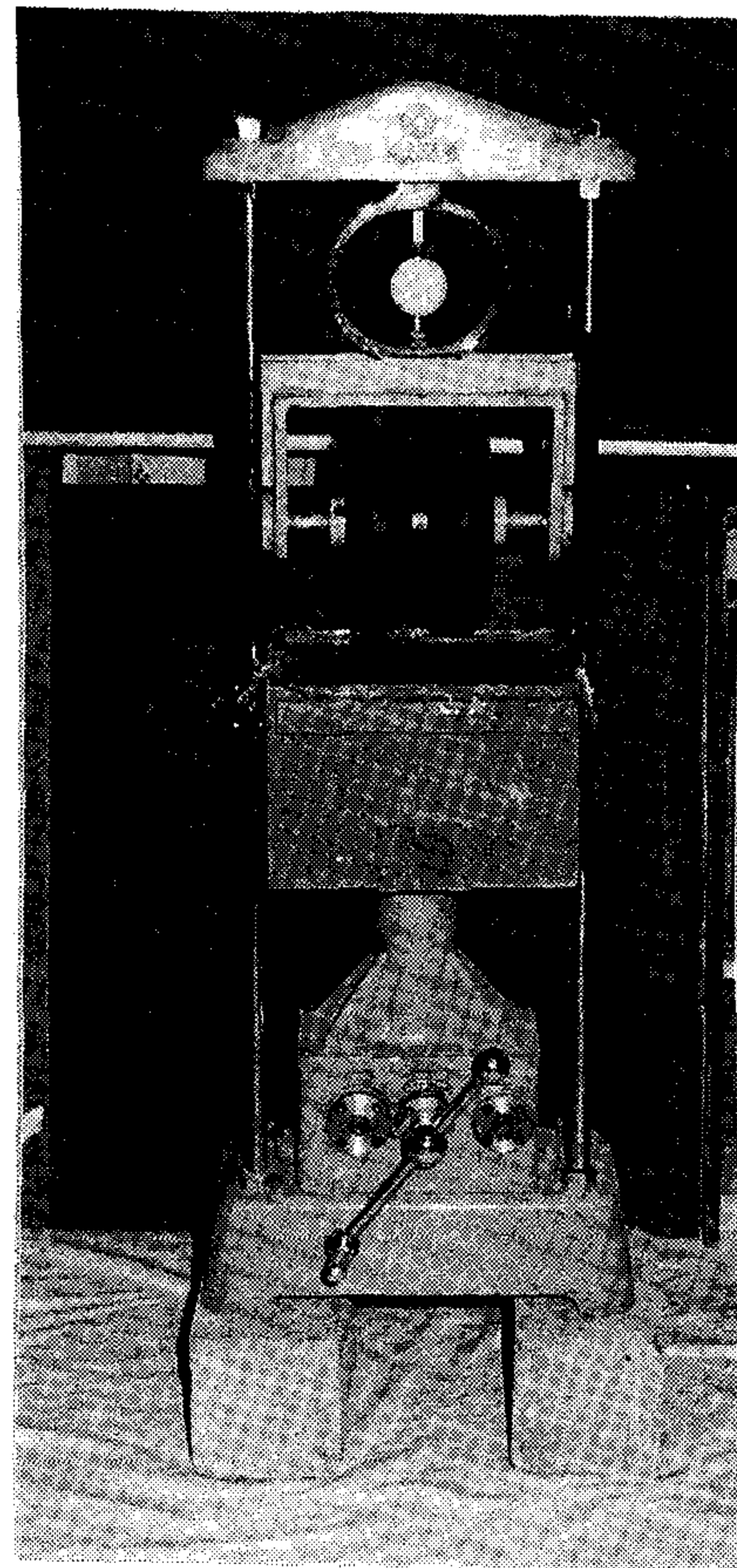
9-1 実験装置

写-20に示す通り、C. B. R 試験用載荷装置を利用し、モールドに替えて、鉄製箱 (30 cm×30 cm×22 cm) の容器を作成して用いた。複輪荷重として、最小の小型タイヤ (空気圧: 1.1 kg/cm) を2本とし、タイヤ間隔を変化させることが出来き、載荷重測定用の歪リング (3 T) を取付けた。

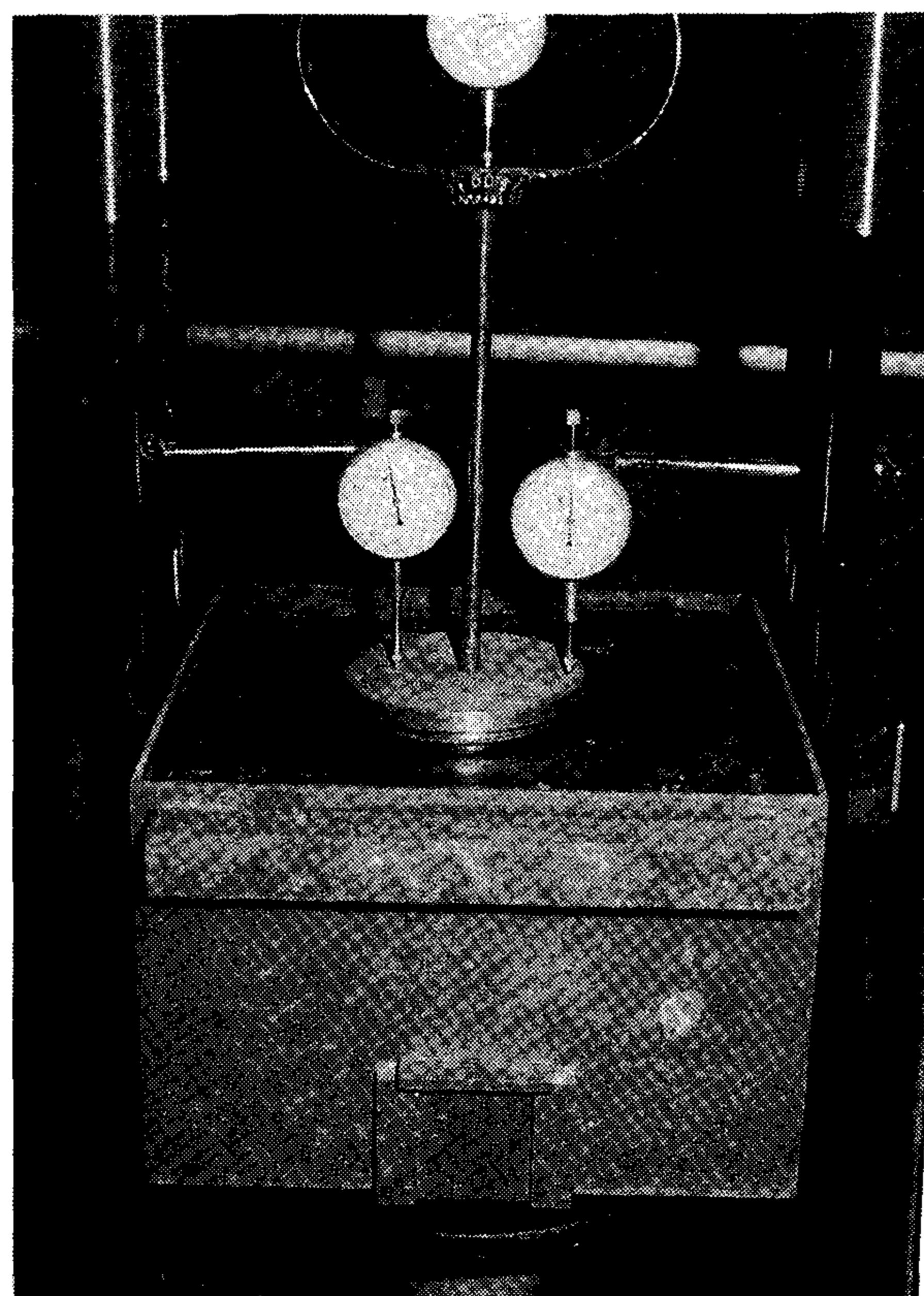
9-2 実験方法

容器の底に標準砂を厚さ1~2 cmに敷均し、その上にゴム板 (厚20 cm) を置き弾性路体とした。ゴム板の表面に特種配合のパラフィンを厚約5 mm敷き、(パラフィンは加熱して流し込む方法) 表層と考えた。

表層上に直径10 cmの鉄製円形載荷板を設置して、繰返し載荷法により K_{10} 値を求めた。(写-21, 参照) 次に複輪タイヤ装置に取替えて、パラフィンの温度低下による硬化直前に、写-22に示す通り、下部のジャッキで容器を上昇させて、パラフィン表面にタイヤの設置面積

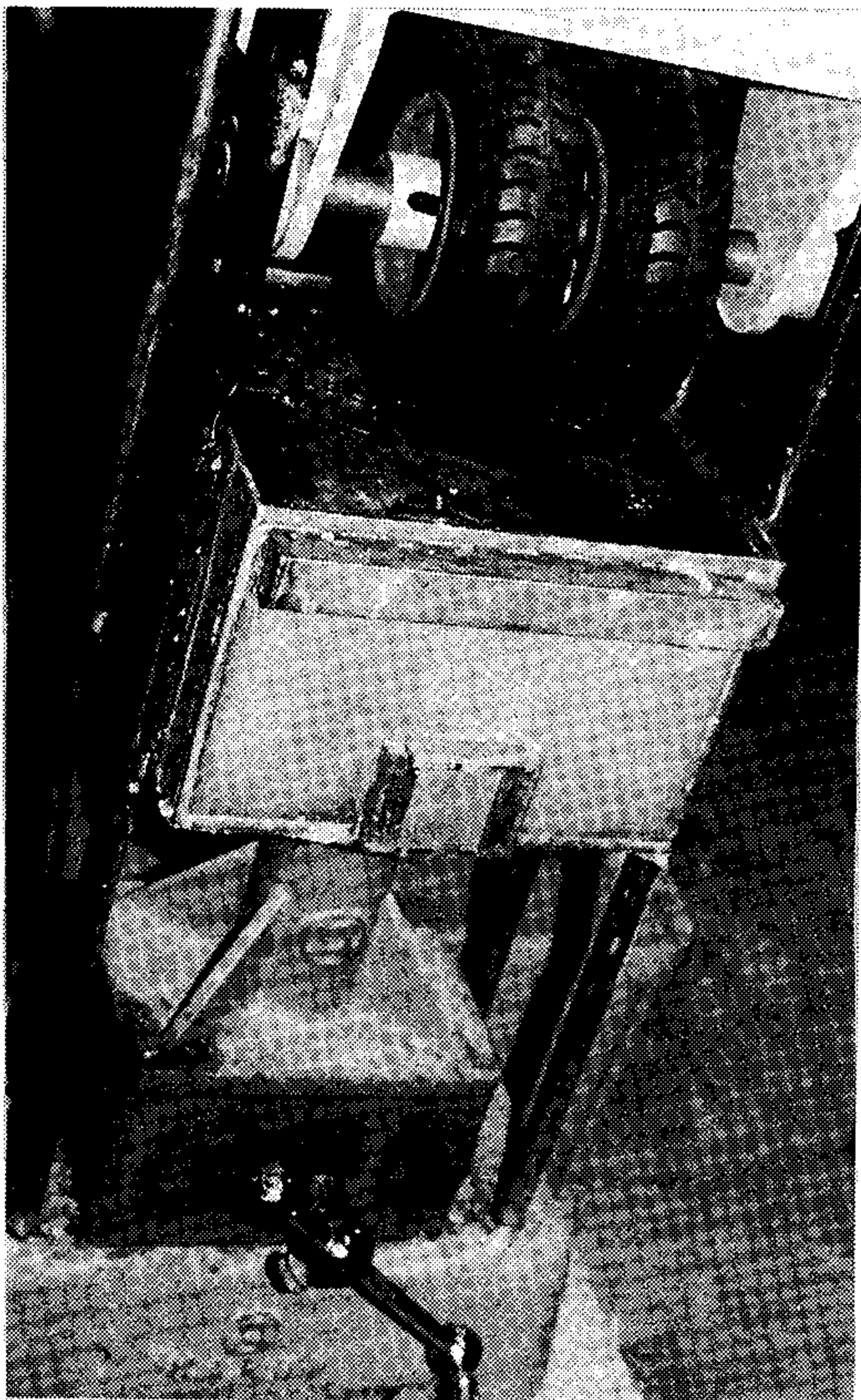


写-20 複輪荷重による沈下曲面発生実験装置(1)



写-21 路面の K_{10} 値測定装置

を得るようにした。表面の硬化後に容器の下部の排出口より、標準砂を取り出すと、パラフィンにタイヤの沈下曲面を形どることが出来た変形したパラフィン (写-22, 参照) に早強セメントペーストを流し、沈下曲面を固型



写-22 複輪荷重による路面沈下面発生実験装置(2)

化した型をとる。

写-24に示す通り、曲面状況をパターンゲージで測定して沈下曲線を描き、実測の曲率半径を算出した。

9-3 曲率半径の理論値を求める方法

容器上部の木板を置き、その上に白紙を敷き、タイヤに墨を塗布して、タイヤの接地型、即ち a , b , h , 及び接地圧 (P_0) を測定する。次に K_{10} 値を次式より K_{30} 値に換算する。

$K_{10} \times 10 = K_{30} \times 30$ [(8) 式より $K_D \cdot D$ は一定となる理由による法]

以上の値を(1)式に代入すると曲率半径の理論値が求められる。

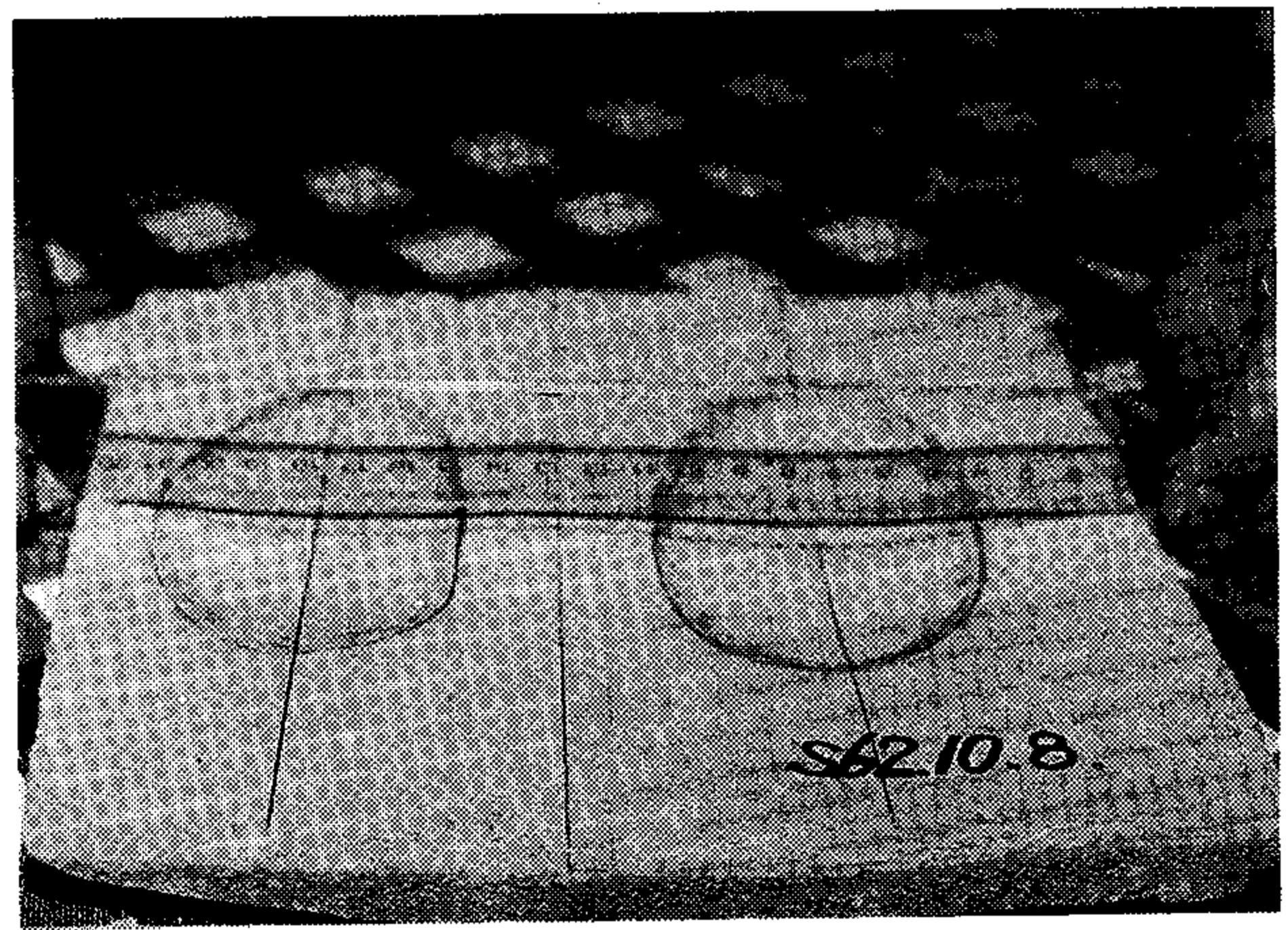
9-4 実験結果の考察

タイヤの接地型は $a=1 \sim 2$ cm, $b=2 \sim 6.4$ cm であり、タイヤ接地幅は $4.2 \sim 4.4$ cm であった。 h は接地圧 (P_0) によって異なり、 $h=2.3 \sim 3.3$ cm の範囲で実験した。結果を個条書きに述べると次の通りである。

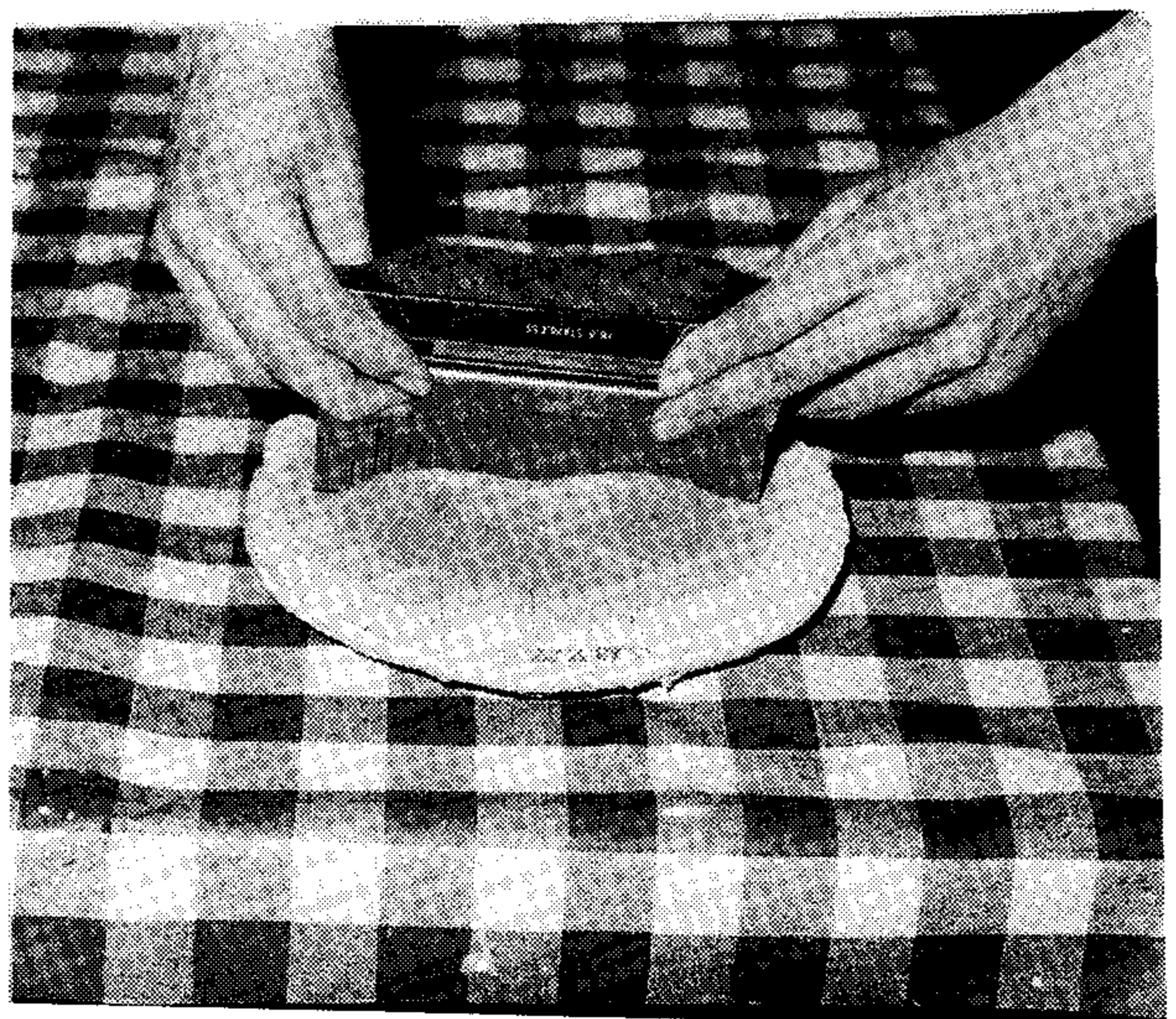
(1) X 軸中心点 (O) の X 軸方向の曲率半径 (図-5 参照)

a の値が大きくなる (タイヤ間隔が広くなる) と、理論値との誤差が大きくなる。タイヤ幅程度以内であれば理論値に近いので評価出来る。

(2) Y 軸中心点 (O) の Y 軸方向の曲率半径 (図-6 参照)



写-23 曲面型を実験装置にパラフィンを入れて型どったもの



写-24 曲面型をパターンゲージ (凹凸計) で測定

沈下曲率半径は、理論値より小さい傾向を示した。また a の値が大きくなると(1)と同様に誤差が大きくなる。

(3) タイヤ接地面の中心点 (I) の X 軸方向の曲率半径

図-7 に示す通り、理論値に平均的に近い値を示す。

(4) タイヤ接地面の中心部 (I) の Y 軸方向の曲率半径

図-8 に示す通り、理論値との誤差は大きい、平均化すれば、理論値に近い。これは実験より得た沈下曲線の曲率半径が大きくなるので、曲率半径の求める方法に於いて、誤差を生ずると考えられる。

(5) 最小曲率半径 (ρ_{\min})

本実験の理論式より求めた結果、O 点の X 軸方向に ρ_{\min} が生ずることが示された。

10. 弾性亀裂発生を検討

アスファルト舗装表層材となるアスコンの曲げ回数

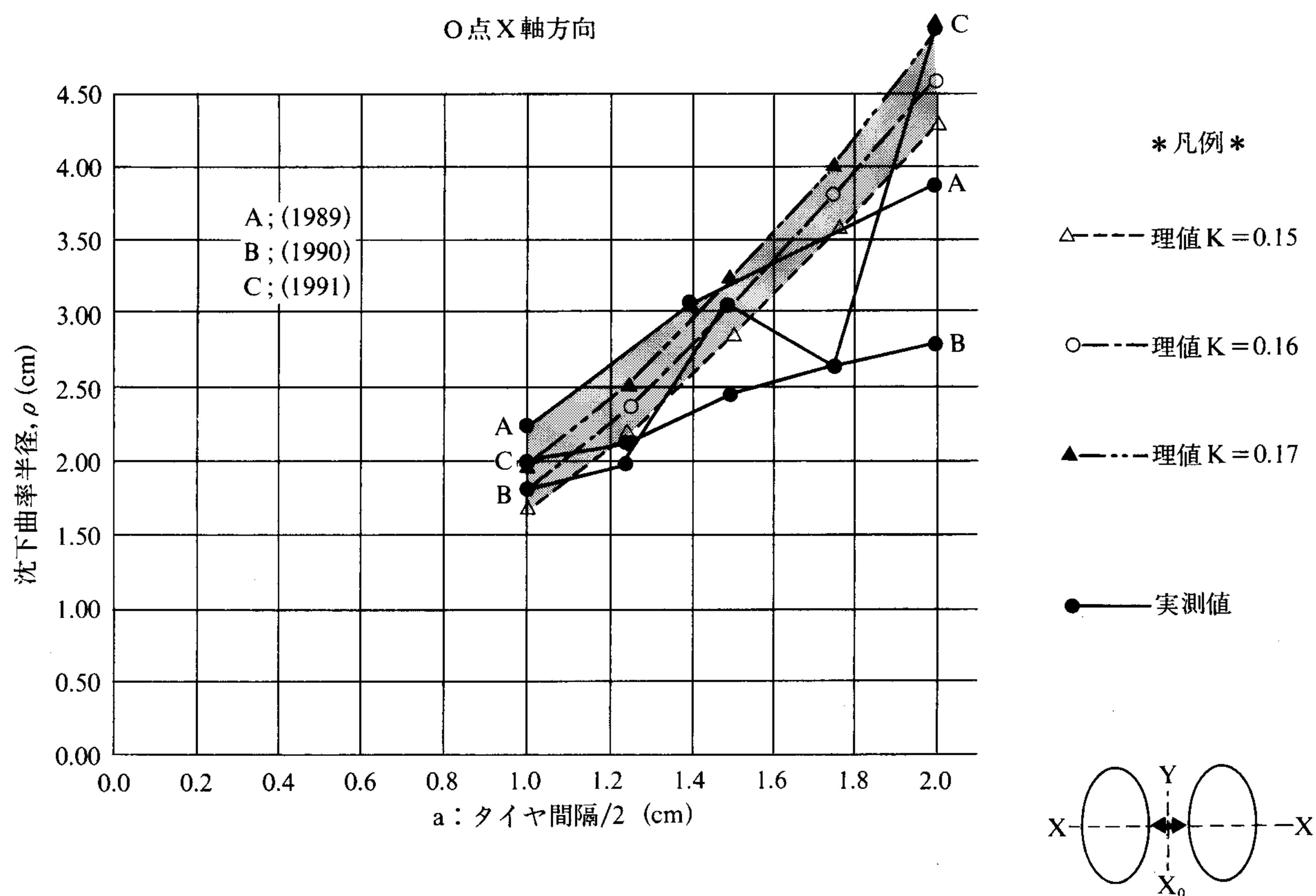


図-5 沈下曲率半径とタイヤ間隔/2との関係

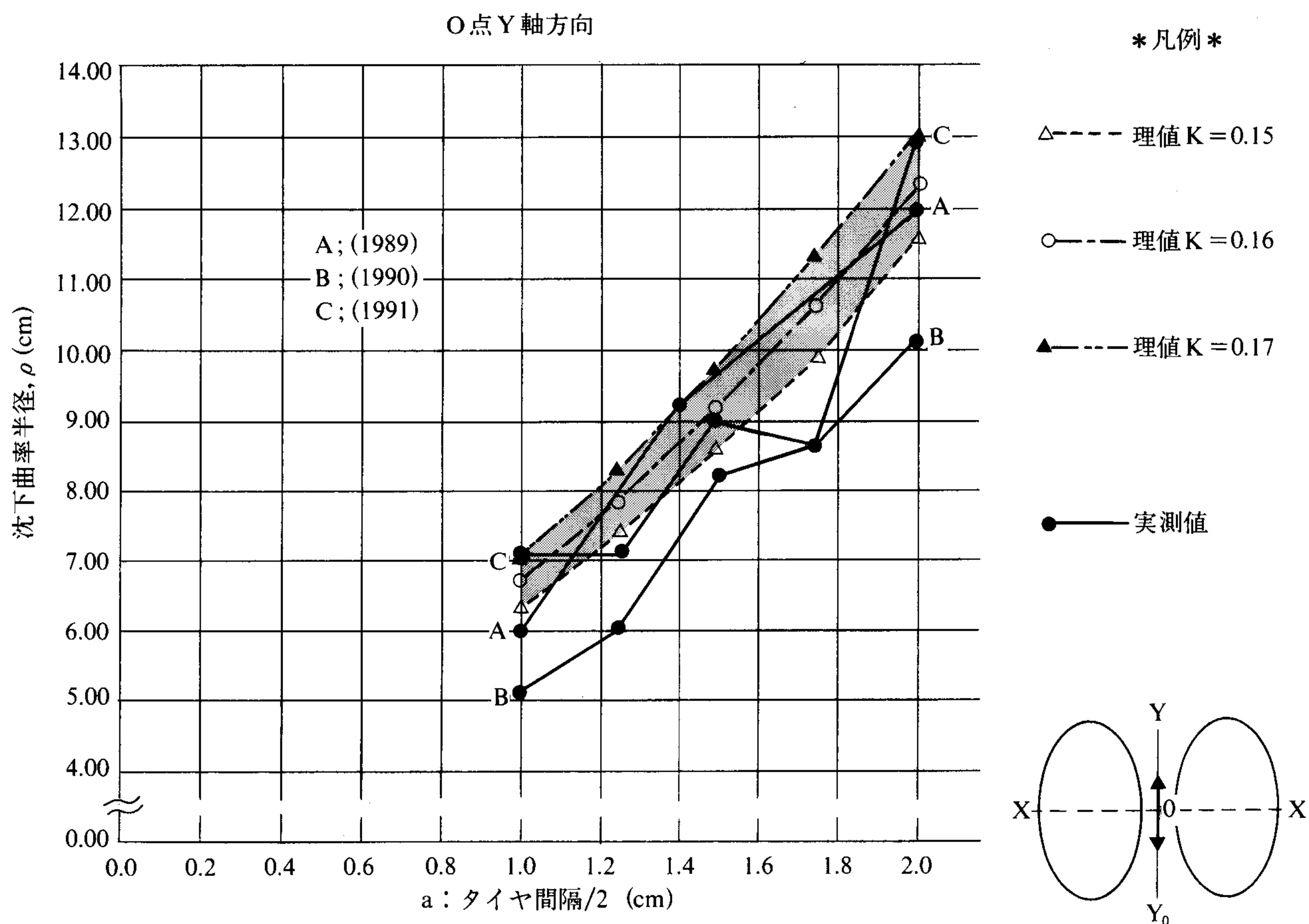
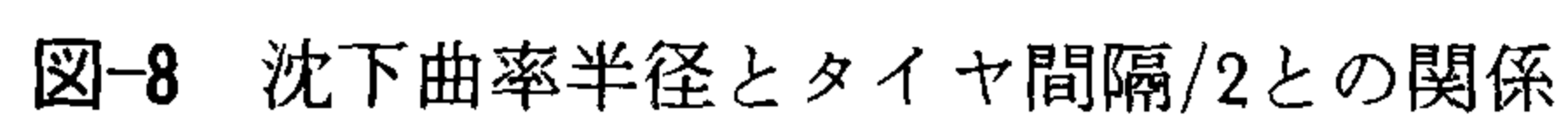
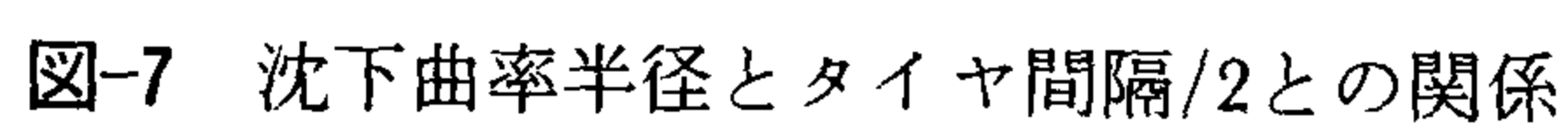


図-6 沈下曲率半径とタイヤ間隔/2との関係

(N) と破壊曲率半径 (ρ') の関係は次の式である³⁾。

$$\ln N = A \cdot \ln \rho' + B \quad (\text{但し, 実験温度} \div 0^\circ\text{C})$$

A, B はアスファルトコンクリートの種類によって定まる数値である。例えば密程度アスコン (13mm, アス



ファルト 6%) の場合, $A=5.5$, $B=-8.76$ である。〔詳細は参考文献 3) を参照〕。舗装の冬期間に於いて, 表層が 0°C の状況での大型車の交通量より推定して N 値を設定すると ρ' が算出出来る。よって $\rho'=\rho_{\min}$ として K_{30} の必要なる数値が (1) 式より求めることが出来る。

11. K_{30} 値の推定計算法

多層系構造路面上の K_{30} 値を推定する方法として, 2 層系弾性理論を利用する。上層の材料の弾性係数 E_2 , ポアソン比 V_2 , 下層材料の弾性係数 E_1 , ポアソン比 V_1 , 上層の厚さ h , 下層は無限の深さを有する路面上に, 直径 $=2a$ なる等分布載荷するとその円の中心部の沈下 (W_1) は次の式である²⁾。

$$W_1 = F(1 - V_1^2) \cdot E_1^{-1} \cdot 2a \cdot q \quad (9)$$

$$F = \frac{(1 - V_2^2) E_1}{(1 - V_1^2) E_2} \cdot \left\{ 1 - \frac{1}{\sqrt{1 + (h/a)^2}} \right\} + \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{1 - V_2^2}{1 - V_1^2} \right)^{2/3} \cdot \left(\frac{E_2}{E_1} \right)^{2/3} \cdot \left(\frac{h}{a} \right)}} \quad (10)$$

載荷板の沈下 (W) は, (7) 式に示す通りであるが, 円型等分布の載荷の場合の沈下 $W' = 2 \cdot (1 - V^2) \cdot E^{-1} \cdot q \cdot a$ であるから $W = \pi/4 \cdot W'$ となる。よって $W' = W_1$ として W に換算することが出来る。2 層構造路体の K_{30} 値の推定計算が (9), (10) より W_1 を算して可能となをその K_{30} より (8) 式より二層構造の平均的弾性係数が推定される。(但し, V を仮定する必要がある)

3 層構造の場合には, 2 層構造の平均的弾性係数と V を用い, 同様に 2 層構造計算を繰り返すことにより, 3 層構造面上の K_{30} を算出することが出来る。以下多層構造上の K_{30} 値を各層の構成材料 (表層, 基層, 上層路盤, 下層路盤, 路床) の弾性係数とポアソン比が得られるならば算出出来る。

よって必要な K_{30} 値となるために, 各層厚さを設計する方法が舗装構造の設計の一つである⁴⁾。

12. ま と め

弾性体の理論を応用して, 路面の沈下を曲率半径で表現した。路面に接地するタイヤの型状を矩形 (長方形) として扱うことや, 路体そのものを弾性体として, また等分布荷重として接地圧仮定しているが, 本実験の結果より, 大略して理論式 (1) を用いることは評価出来ると判断した。しかしその適用条件として次の事項が挙げられる。

(1) アスファルト舗装体の各構成材料は, 十分に締め固められ, 弾性的特性を有すること。

- (2) 複輪タイヤの間隔 ($2a$) は, タイヤ接地幅より小さいほど理論式に適合する。
- (3) タイヤの接地型は長方形であること。
- (4) タイヤの接地圧は等分布荷重になるようなタイヤであること。
- (5) アスファルト表層の温度を 0°C 状況を基準とすること。

13. あとがき

アスファルト舗装設計法が, 最近我国でも弾性係数を用いる手法が発表されつつある。過去に中国の舗装設計法を参考としたが⁵⁾, それは弾性設計法であった。舗装工学は, 土木工学でも経験工学的で理論的に構成されていない。路体を弾性体として扱うために実物の大型車を用いた実験研究が必要であるが, その前段階として本文を提案するものである。

謝辞 本研究は本学土木工学科の学生諸君が道路工学の卒業論文の研究の為に, 実験研究し理論式の評価を行ったものであり, 従事した学生諸君は次の通りである。

昭和62年度 早川洋二, 直井寿彦, 伊藤智

昭和63年度 齋藤貴人, 角谷恒彦, 武井仁志, 秋場良司,

平成元年度 川村功治, 本間朋明

平成2年度 松本義徳, 本橋弘

平成3年度 三室賢治, 大沢健, 高野友邦, (以上14名)

本実験研究は初期の実験装置の開発や, 使用材料の選定など, 困難の積み重ねであったが, 予備的に2年と実際の実験軌道に乗ってから, 3ヶ年の年月を要した。多くの学生諸君へ賞詞を述べ, また大型過載ダンプ車の接地型をとる実験に, 御協力された浦和土建工業(株)技術研究所に厚く謝意を表します。

(原稿受付 平成4年9月25日)

参 考 文 献

- 1) 木村孟「土の応力伝播」鹿島出版会 (昭和53年版)
- 2) 星埜和「基礎の支持力論」コロナ社 (昭和27年版)
- 3) 斉藤総一郎「アスファルト混合物の低温度 (0°C) における繰返曲げ回数と破壊時の曲率半径について」国土館大学工学部紀要 (第14号) (昭和57年)
- 4) 斉藤総一郎「弾性沈下理論によるアスファルト舗装構造設計例について」第18回日本道路会議論文 (平成元年)
- 5) 中国人民共和国交通部「公路柔性路面設計規範」(1987-北京)